



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Σχολή Γεωπονικών Επιστημών

Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού Περιβάλλοντος

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

Αειφόρος Αγροτική Παραγωγή και Διαχείριση Περιβάλλοντος

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΠΡΟΗΓΜΕΝΑ ΘΕΜΑΤΑ ΒΙΟΧΗΜΕΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ
ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

« Μελέτη της μακροχρόνιας συντήρησης του ψωμιού »

ΚΟΡΚΟΥ ΔΗΜΗΤΡΑ

Βόλος 2019

I

« Μελέτη της μακροχρόνιας συντήρησης του ψωμιού »

ΚΟΡΚΟΥ ΔΗΜΗΤΡΑ

Επιβλέπουσα : Γιαννούλη Περσεφόνη, Επίκουρος Καθηγήτρια (Τεχνολογία και Ποιοτικός Έλεγχος Τροφίμων Φυτικής Προέλευσης), Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος

Μέλος 1^ο : Ευάγγελος Βέλλιος, Ph. D. Λέκτορας (Φυτοπαθολογία - Σύγχρονες Μέθοδοι Διαγνωστικής). Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος

Μέλος 2^ο : Ιωάννης Γ. Γούναρης. Καθηγητής Μοριακής Βιολογίας, Διευθυντής Εργαστηρίου Μοριακής Βιολογίας Φυτών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος

Copyright © ΚΟΡΚΟΥ ΔΗΜΗΤΡΑ, 2019

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας διατριβής, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης.

Η έγκριση της Μεταπτυχιακής Διατριβής Ειδίκευσης από το Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δε δηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα.

Πρόλογος

Θα ήθελα καταρχήν να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν με οποιονδήποτε τρόπο στην επιτυχή εκπόνηση αυτής της πτυχιακής εργασίας. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επίκουρο καθηγήτρια κα. Γιαννούλη Περσεφόνη για την επίβλεψη αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας. Ήταν πάντα διαθέσιμη να μου προσφέρει τις γνώσεις και την εμπειρία της. Εν συνεχεία, ένα μεγάλο ευχαριστώ και στους επιβλέποντες της μεταπτυχιακής εργασίας. Βέβαια, το μεγαλύτερο ευχαριστώ το οφείλω στους γονείς μου και τον αδερφό μου, οι οποίοι πίστεψαν σε εμένα και βοήθησαν στην εκπλήρωση των στόχων μου.

Περίληψη

Η μελέτη της συντήρησης του ψωμιού, που εμπεριέχει διαφορετική σύσταση αλεύρων, πραγματοποιείται με διάφορους τρόπους και μετρήσεις. Σημαντικό ρόλο παίζει, ο συνδυασμός των συστατικών στο ψωμί, και αν επίσης βρίσκεται εντός ή εκτός συσκευασίας και το υλικό συσκευασίας. Το ψωμί, που θα διατηρηθεί πιο μακροπρόθεσμα με βάση τους παραπάνω παράγοντες, είναι αυτό που θα περιέχει την λιγότερη υγρασία, στην οποία οφείλεται κυρίως, η ανάπτυξη μικροοργανισμών και συγκεκριμένα μυκήτων οι οποίοι οδηγούν το μούχλιασμα στο ψωμί. Σκοπός αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας, είναι η μελέτη τεσσάρων ειδών ψωμιού που έχουν διαφορετική σύσταση αλεύρων και σπόρων ως προς την συντήρησή τους και η μελέτη της επίδρασης του υλικού συσκευασίας στην αλλοίωση της σύστασης του ψωμιού (επίδραση στην υγρασία του προϊόντος και στην ανάπτυξη μικροοργανισμών). Στόχος η αναζήτηση του βέλτιστου συνδυασμού συστατικών για καλύτερη και πιο μακροπρόθεσμη συντήρηση του ψωμιού. Το πείραμα, διήρκησε δυο εβδομάδες και πραγματοποιήθηκε μια επανάληψη. Υπήρχαν, 8 στο σύνολο ψωμιά κομμένα σε φέτες εξ αρχής, πιο συγκεκριμένα 2 αριθμητικά από 4 διαφορετικά είδη. Και τα 8 βρισκόντουσαν εντός πλαστικής συσκευασίας. Στα 4 διαφορετικά είδη ψωμιών οι συσκευασίες ανοίχθηκαν την πρώτη μέρα της πρώτης εβδομάδας και στα υπόλοιπα 4 ανοίχθηκαν οι συσκευασίες την τελευταία μέρα της δεύτερης εβδομάδας. Την πρώτη εβδομάδα, στα τέσσερα διαφορετικά είδη ψωμιών που ανοίχθηκαν οι πλαστικές συσκευασίες (λευκό, από σκληρό σιτάρι με ξινό προζύμι, πολύσπορο, από δίκοκκο αλεύρι) πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις όπως: Μέτρηση χρώματος: Σε όλα τα είδη ψωμιών, τόσο στην ψίχα όσο και στην κόρα, Μέτρηση βάρους: Με την βοήθεια ζυγαριάς ακριβείας μετρήθηκε το βάρος από τέσσερις φέτες που επιλέχθηκαν τυχαία, 2 ακρινές φέτες και 2 μεσαίες φέτες και από τα 4 είδη ψωμιών, μέτρηση 3 διαστάσεων: μήκους, πλάτους και ύψους και από τα 4 είδη ψωμιών με χρήση χάρακα, μέτρηση των διαστάσεων των πόρων: Με την χρήση χάρακα πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις σε φέτες και από τα 4 είδη ψωμιών. Σε κάθε φέτα πραγματοποιήθηκαν 6 μετρήσεις και μέτρηση δομής: Με την βοήθεια του texture analyzer μετρήθηκε το (max stress, breaking stress, elongation) σε 2 φέτες από κάθε ψωμί, 1 ακρινή φέτα από κάθε ψωμί και μια μεσαία. Τέλος, πραγματοποιήθηκε μικροσκοπική μελέτη στο τέλος της δεύτερης εβδομάδας που ανοίχθηκαν και τα υπόλοιπα 4 ψωμιά που βρισκόντουσαν σε συσκευασία δυο εβδομάδες Παρατηρήθηκαν με την χρήση ηλεκτρονικού μικροσκοπίου μέσω παρασκευής δειγμάτων τυχόν αλλοιώσεις ως προς την συντήρηση των ψωμιών.

Συμπερασματικά, το ψωμί με ξινό προζύμι και το λευκό ψωμί του τοστ συντηρούνται περισσότερο, σε σχέση με το πολύσπορο ψωμί που παρουσίασε μεγάλες αλλοιώσεις και σε σχέση με το ψωμί με το δίκκο αλεύρι, που μόνο στην οσμή παρατηρήθηκαν μικρές αλλαγές. Επίσης, τα ψωμιά στις συσκευασίες, συντηρήθηκαν καλύτερα, σε σχέση με τα ψωμιά που οι συσκευασίες είχαν ανοιχθεί.

Λέξεις κλειδιά : Ψωμί, συντήρηση, μούχλα

Summary

The study of bread maintenance, involves a different meal composition, is carried out in various ways and measurements. An important role is played by the combination of ingredients in the bread, and if the material of the package is also inside or outside. Bread, which will be retained in the longer term on the basis of the above factors, is what will produce the least moisture, which is mainly due to the growth of microorganisms and fungi, due to the << molding >> in bread. The aim of the postgraduate thesis is to study four types of bread with a different composition of flour and seed in order to preserve them and to study the effect of the packaging material on the deterioration of the bread composition (effect on the moisture content of the product and the development of microorganisms) the search for the optimal combination of ingredients for better and longer-lasting bread maintenance. The experiment lasted two weeks and a repeat was performed. There were 8 of the bread sliced from the beginning, more specifically 2 figures of 4 different species. All 8 were in plastic packaging. In the 4 different types of breads the packages were opened on the first day of the first week and the rest 4 were opened on the last day of the second week. In the first week, the four different types of bread opened in the plastic packages (white, hard wheat with sour leaven, mullet, two-wheat flour) measurements were made such as: Color Measurement: With the help of the spectrophotometer, color measurements (L, a, b) were performed on all types of bread, 3 measurements in the crust and 3 measurements in the crown (L: lightness a: axis extends from green (-a) to red (+ Exact weight: With the help of a precision balance weighted the weight of four randomly sliced slices, 2 slices and 2 medium slices of all 4 breads, measuring 3 dimensions: length, width and height of all 4 types of bread using ruler, measurement of pore dimensions: Using rusks, measurements were made on 4 slices, 2 slices and 2 medium slices of all 4 breads. In each slice, 6 measurements and structure measurements were performed: With the help of the texture analyzer, the maximum stress, breaking stress, elongation was measured in 2 slices of each bread, 1 slices of each bread and one medium. Finally, a microscopic study was performed at the end of the second week that opened and the remaining four breads were packed for two weeks. Observations were made with the use of an electron microscope through the preparation of samples for any breaches in bread preservation. Samples of 8 of all breads were prepared, 4 packed in plastic and 4 opened from the first day of the first week. From the results of the experiment, it is concluded that sourdough bread and white toasted bread are better preserved than in the case of the pepper minting bread that has been greatly damaged and in relation to the two-grain flour

bread, which only the odor was observed small changes. Also, 2 of the 4 breads, which were present until the end of the second in packs, were better maintained than 2 of the 4 breads that the packs had opened.

Keywords: bread, maintenance, mold

«Εγώ, η Κόρκου Δήμητρα, είμαι η συγγραφέας αυτής της Μ.Δ.Ε. Αυτή η Μ.Δ.Ε. αντικατοπτρίζει την έρευνα που έγινε από εμένα και δεν έχει υποβληθεί (εξ ολοκλήρου ή μέρος της) σαν προπτυχιακή διατριβή ή Μ.Δ.Ε. ή ως μέρος Διδακτορικής Διατριβής σε αυτό ή άλλο Προπτυχιακό ή Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Ιδρυμάτων Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης του εσωτερικού ή εξωτερικού. Όποια συνεργασία καθώς και το μέγεθος αυτής δηλώνονται επακριβώς στο αντίστοιχο πεδίο αυτής της διατριβής. Επίσης έχω διαβάσει όλες τις βιβλιογραφικές αναφορές που παρατίθενται στο τέλος.»

Υπογραφή του συγγραφέα

«Ως επιβλέπων της έρευνας που περιγράφεται σε αυτή τη διατριβή, δηλώνω ότι όλοι οι όροι του Εσωτερικού Κανονισμού του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος έχουν τηρηθεί από την κα Κόρκου Δήμητρα».

Υπογραφή του επιβλέποντος Καθηγητή

Πίνακας περιεχομένων

| | |
|--|-----------|
| 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ | 15 |
| 1.1. ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΨΩΜΙΟΥ | 16 |
| 1.1.1. Το αλεύρι..... | 16 |
| 1.1.2. Το νερό..... | 16 |
| 1.1.3. Η μαγιά..... | 17 |
| 1.1.4. Το αλάτι..... | 17 |
| 1.2. Κατηγορίες Ψωμιού..... | 19 |
| 1.3. ΜΟΝΟΚΟΚΚΟ ΣΙΤΑΡΙ- ΨΩΜΙ ΑΠΟ ΛΕΥΚΟ ΣΙΤΑΡΙ..... | 22 |
| 1.3.1. Μορφολογικά χαρακτηριστικά | 22 |
| 1.4. Ψωμί από δίκοκκο σιτάρι | 24 |
| 1.4.1. Μορφολογικά χαρακτηριστικά | 24 |
| 1.4.2. Διατροφικές ιδιότητες | 26 |
| 1.5. Πολύσπορο ψωμί..... | 28 |
| 1.5.1. Διατροφικά Πλεονεκτήματα του πολύσπορου ψωμιού ειδικής επεξεργασίας 29 | |
| 1.5.2. ΨΩΜΙ ΜΕ ΞΙΝΟ ΠΡΟΖΥΜΙ | 31 |
| 1.6. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΨΩΜΙΟΥ ΚΑΙ ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης. | |
| 2. ΣΚΟΠΟΣ | 35 |
| 3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ | 36 |
| 3.1. ΜΕΘΟΔΟΣ | 36 |
| 3.1.1 Περιγραφή Πειραματικής Διαδικασίας..... | 36 |
| 3.2. ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΑΠΟ ΤΑ 4 ΕΙΔΗ ΨΩΜΙΩΝ..... | 38 |
| 3.2.1. ΜΗ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟ ΛΕΥΚΟ ΨΩΜΙ ΤΟΥ ΤΟΣΤ | 38 |
| 3.2.2. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟ ΨΩΜΙ ΜΕ ΞΙΝΟ ΠΡΟΖΥΜΙ..... | 39 |

| | |
|--|-----------|
| 3.2.3. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟ ΨΩΜΙ ΑΠΟ ΤΟ ΑΡΧΑΙΟ ΔΗΜΗΤΡΙΑΚΟ TRITICUM DICOCCUM ΔΙΚΟΚΚΟ 100%..... | 40 |
| 3.2.4. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟ ΨΩΜΙ ΤΟΣΤ ΟΛΙΚΗΣ ΑΛΕΣΗΣ ΠΟΛΥΣΠΟΡΟ | 41 |
| 4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ | 43 |
| 4.1 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΨΩΜΙΩΝ | 43 |
| 4.1.1 ΒΑΡΟΣ ΦΕΤΑΣ ΨΩΜΙΩΝ | 43 |
| 4.1.2 ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΨΩΜΙΩΝ | 45 |
| 4.1.3 ΎΨΟΣ | 46 |
| 4.2 ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΨΩΜΙΟΥ..... | 47 |
| 4.2.1 ΜΕΤΡΗΣΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ..... | 47 |
| 4.2.2 ΜΕΤΡΗΣΗ ΔΟΜΗΣ..... | 49 |
| 4.2.3 Εύρος τιμών των διαστάσεων πόρων | 50 |
| 4.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ | 51 |
| 4.4 ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ..... | 55 |
| 5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ..... | 58 |
| 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ | 63 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ | 65 |

Εικόνες

| | |
|---|----|
| Εικόνα 1 : Ανάπτυξη μούχλας στο πολύσπορο ψωμί, εκτός συσκευασίας, στο τέλος της πρώτης εβδομάδας. | 38 |
| Εικόνα 2 : Ανάπτυξη μούχλας στο πολύσπορο ψωμί, μετά το άνοιγμα της συσκευασίας, στο τέλος της δεύτερης εβδομάδας. | 39 |
| Εικόνα 3 : Μούχλα στο πολύσπορο ψωμί, εκτός συσκευασίας, στο τέλος της δεύτερης εβδομάδας. | 40 |
| Εικόνα 4: Ανάπτυξη μύκητα σε πολύσπορο εκτός συσκευασίας | 59 |
| Εικόνα 5: Ανάπτυξη μύκητα σε πολύσπορο εκτός συσκευασίας | 60 |

Σχήματα

Σχήμα 1 : Το βάρος από τις μεσαίες φέτες στα 4 είδη ψωμιών.
43

Σχήμα 2: Το βάρος από τις ακρινές φέτες στα 4 είδη ψωμιών.
44

Σχήμα 3 : Μήκος φέτας από τα 4 είδη ψωμιών.
45

Σχήμα 4 : Ύψος φέτας από τα 4 είδη ψωμιών.
46

Σχήμα 5 : Μετρήσεις χρώματος στη ψίχα στα 4 είδη ψωμιών.
47

Σχήμα 6 : Μετρήσεις χρώματος στη κόρα στα 4 είδη ψωμιών.
48

Σχήμα 7 : Η μέγιστη δύναμη στις ακρινές φέτες στα 4 είδη ψωμιών.
49

Σχήμα 8: Η μέγιστη δύναμη στις μεσαίες φέτες στα 4 είδη ψωμιών.
50

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το ψωμί αποτελεί βασικό είδος τροφίμου με ιδιαίτερη θρεπτική αξία. Ανήκει στην παραδοσιακή διατροφή, ειδικά αυτής των φτωχών. Το ψωμί αποτελεί τη βασική τροφή στην Ευρώπη, αλλά και στους πολιτισμούς της Αμερικής, της Μέσης Ανατολής και της Βόρειας Αφρικής, σε αντίθεση με την ανατολική Ασία, όπου η βασική τροφή αποτελεί το ρύζι. Γνωστό επίσης και ως «η ουσία της ζωής», το ψωμί παρασκευάζεται εδώ και 30.000 χρόνια. Θεωρείται η πλέον πλήρης και φτηνή τροφή και αποτελεί βασικό βοηθητικό τρόφιμο σε περιόδους ακραίας διατροφικής ένδειας.

Η λέξη ψωμί είναι μεταγενέστερη και αποτελεί υποκοριστικό του Ψωμός (= τεμάχιον), ψωμίον (κομματάκι, μπουκιά), ψωμί. Όλα είναι παράγωγα του ρήματος ψώω = τρίβω (Kaplan, 2006).

Το ψωμί παρασκευάζεται κυρίως από αλεύρι και νερό. Το αλάτι και οι διογκωτικοί παράγοντες, όπως είναι η μαγιά και η μαγειρική σόδα είναι τα συνήθη πρόσθετα του ψωμιού το οποίο μπορεί να εμπεριέχει και άλλα, όπως γάλα, αυγά, μπαχαρικά, φρούτα (π.χ. μήλα), ζάχαρη, ελιά, λαχανικά (π.χ. μαρούλι), ξηρούς καρπούς (π.χ. καρύδια) ή σπόρους (π.χ. σπόροι παπαρούνας). Ο πιο συνηθισμένος τρόπος παρασκευής αποτελείται από αλεύρι σίτου και νερό αναμειγμένο με μαγιά. Ο παραγόμενος πολτός λέγεται ζύμη ή αλλιώς προζύμι. Η ζύμη αφήνεται να φουσκώσει και τελικά ψήνεται μέσα στο φούρνο. Κατά την ζύμωση, μύκητες της μαγιάς προκαλούν την διάσπαση του αμύλου σε μικρότερα μόρια, με αποτέλεσμα την παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα και το ψωμί εν τέλει φουσκώνει. Αυτό απαιτεί περίπου 1 έως 5 ώρες. Ο ιδεώδης χρόνος για να γίνει άριστο ένα ζυμωτό "χωριάτικο" ψωμί είναι περίπου 4 ώρες. Αν όμως αφεθεί λιγότερο είναι άνοστο και δύσπεπτο, ενώ αν αφεθεί περισσότερο φουσκώνει πολύ και ξινίζει (Daubech et al., 2017).

Λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε γλουτένη, το μαλακό σιτάρι είναι το πιο κοινό είδος δημητριακού που χρησιμοποιείται για την παρασκευή του (Kaplan, 2006).

Η γλουτένη είναι πρωτεΐνη του ενδοσπερμίου του μαλακού σιταριού, κριθαριού και σίκαλης, η οποία αποτελείται από δυο μακρομόρια πρωτεϊνών τη γλοιαδίνη και γλουτελίνη (Georget & Belton, 2006).

1.1. ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΨΩΜΙΟΥ

1.1.1. Το αλεύρι

Το είδος του αλεύρου καθορίζει σε σημαντικό βαθμό τη συμπεριφορά των συστατικών του μέσα στο ζυμάρι καθώς τις τεχνολογικές ιδιότητες του τελικού προϊόντος και την θρεπτική αξία του. Η περιεκτικότητα του αλεύρου σε τέφρα είναι πολύ σημαντική καθώς σχετίζεται με το χρώμα του αλεύρου. Ο Κώδικας Τροφίμων και Ποτών έχει ορίσει την ανώτατη περιεκτικότητα σε τέφρα για άλευρα τύπου 70 % w/w το 0,50 % w/w και για άλευρα τύπου 85% w/w το 0,90 % w/w. Επίσης, η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες του αλεύρου παίζει καθοριστικό ρόλο στην αρτοποιητική ικανότητα ενός ζυμαριού. Το ποσοστό πρωτεϊνών που περιέχονται στο άλευρο είναι 6-20 % w/w ενώ στα ελληνικά άλευρα το ποσοστό κυμαίνεται γύρω στο 6- 12% w/w.

Το χρώμα και η οσμή του αλεύρου αποτελεί χαρακτηριστικό της κάθε κατηγορίας. Ένα καλό αλεύρι σίτου έχει ελαφρά υποκίτρινο και γυαλιστερό χρώμα. Η οσμή και η γεύση χαρακτηρίζουν σε σημαντικό βαθμό την νωπότητα του αλεύρου. Η βελτίωση των ιδιοτήτων των αλεύρων, όπως το χρώμα και η γλουτένη, μπορεί να γίνει με την χρήση οξειδωτικών ουσιών όπως αέριο χλώριο ή αέριο διοξείδιο του άνθρακα ή και άλλων βελτιωτικών αλεύρων. Στην Ελλάδα απαγορεύεται η λεύκανση με άλλον τρόπο εκτός του οξονισμού. Επίσης απαγορεύεται ρητά η χρήση οξειδωτικών ουσιών για ενίσχυση της γλουτένης εκτός από το ασκορβικό οξύ (Δημόπουλος, 1987).

1.1.2. Το νερό

Το νερό αποτελεί σημαντικό συστατικό του ζυμαριού και επηρεάζει το τελικό προϊόν της αρτοποιίας. Από μικροβιολογική άποψη δεν πρέπει να περιέχεται στο νερό μικροβιολογικό φορτίο διότι μπορεί κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης να αναπτυχθούν και αυτοί οι μικροοργανισμοί ή και να γίνουν συνεργίες και να παραμείνουν στο τελικό προϊόν προσδίδοντας αρνητικά ποιοτικά χαρακτηριστικά. Από χημική άποψη η χρήση πολύ μαλακού νερού έχει σαν αποτέλεσμα την δημιουργία μαλακού, κολλώδους ζυμαριού το οποίο δεν συγκρατεί το διοξείδιο του άνθρακα και επιβραδύνει η δράση της μαγιάς με αποτέλεσμα να μην έχουμε το σωστό φούσκωμα. Αντίθετα, η χρήση πολύ σκληρού νερού σκληραίνει τη δομή της γλουτένης και δυσκολεύει τη διαφυγή του διοξειδίου του άνθρακα με αποτέλεσμα το ζυμάρι να μη δουλεύεται εύκολα και να καθυστερείται η ζύμωση. Επίσης νερό με πολύ

όξινο PH μειώνει τη δράση της μαγιάς λόγω δημιουργίας όξινου περιβάλλοντος (Κεφαλάς, 2009).

1.1.3. Η μαγιά

Η μαγιά είναι ένα από τα απαραίτητα συστατικά για την παρασκευή του ψωμιού καθώς και για την παρασκευή άλλων αρτοσκευασμάτων. Έχει μεγάλη θρεπτική αξία, περιέχει πολλές βιταμίνες, όπως παντοθενικό οξύ, βιοτίνη, βιταμίνες B1, B2, B6, νιασίνη, και προβιταμίνη D. Δεν περιέχει όμως καθόλου βιταμίνη C, B12 και βιταμίνη D. Πρόκειται για ζυμομύκητα του γένους *Saccharomyces cerevisia*, του οποίου τα ένζυμα, διασπούν τα άμυλο σε δεξτρίνες και άλλα σάκχαρα όπως γλυκόζη και φρουκτόζη.

Κατά τη ζύμωση αυτών των σακχάρων απελευθερώνεται διοξείδιο του άνθρακα και αιθυλική αλκοόλη, σύμφωνα με την εξής αντίδραση: $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$ (Li et al., 2014).

Η ταχύτητα της ζύμωσης είναι ανάλογη με την ποσότητα των σακχάρων στο ζυμάρι και αντιστρόφως ανάλογη με την ποσότητα της μαγιάς και τη θερμοκρασία του ζυμαριού και τον τύπο του ψωμιού. Το σπουδαίο ρόλο για την ανάπτυξη της μαγιάς παίζει η θερμοκρασία, όπου η ζύμωση γίνεται στους 33° C ενώ παραμένει ενεργή στους 0° C έως τους 55° C και αναπτύσσεται και πολλαπλασιάζεται μεταξύ των 20-40° C. Τέλος, η μαγιά επηρεάζεται από την οξύτητα του περιβάλλοντος όπου το κατάλληλο pH ανάπτυξης είναι 4-6 και από τη συγκέντρωση της αιθυλικής αλκοόλης, όταν αυτή ξεπεράσει το 3 % (Παραμπάτης, 2013)

1.1.4. Το αλάτι

Το αλάτι είναι ένα από τα σπουδαιότερα συστατικά του ζυμαριού, λειτουργώντας ως βελτιωτικό της γεύσης των αρτοσκευασμάτων και άλλων συστατικών. Έχει σημαντικό τεχνολογικό ρόλο το αλάτι, γιατί ισχυροποιεί τη γλουτένη αυξάνοντας τη συνεκτικότητα και την ελαστικότητα της για αρκετό χρονικό διάστημα. Καθυστερεί την ενζυματική αποικοδόμηση της, δίνοντας σφιχτό ζυμάρι και προϊόν με μεγαλύτερο όγκο, λεπτότερη υφή, που κόβεται εύκολα και διατηρείται περισσότερο. Η έλλειψη του αλατιού σχηματίζει ζυμάρι χωρίς συνοχή και ελαστικότητα, κολλώδες και υγρό, με μικρό όγκο, ενώ το τελικό προϊόν είναι εύθρυπτο, με σκληρή κόρα και άσχημη γεύση. Υπερβολικές ποσότητες αλατιού δυσκολεύουν το ζύωμα, αλλά και τη ζύμωση, δίνοντας στο τελικό προϊόν ψωμί με μικρό

όγκο και με μεγάλη κυψέλωση. Τέλος το αλάτι συνήθως προστίθεται σε ποσοστό 1-2 % του βάρους του αλεύρου (Κεφαλάς, 2009).

Άλλες βελτιωτικές ουσίες

Βελτιωτικές ουσίες αρτοσκευασμάτων αποτελούν τα σάκχαρα, τα ένζυμα, τα λίπη και οι γαλακτωματοποιητικές ουσίες που προστίθενται στα υλικά του ζυμαριού προκειμένου να βελτιώσουν της ιδιότητες της ζύμης ειδικότερα την ανάπτυξη της, τη σταθερότητα της και τη βελτίωση της ποιότητας του τελικού προϊόντος. Επίσης η προσθήκη βελτιωτικών προστατεύει τα αρτοσκευάσματα από μούχλα και την «σχοινίαση». Πρέπει πάντα να χρησιμοποιούνται σύμφωνα με τις οδηγίες χρήσης του κατασκευαστή στις κατάλληλες ποσότητες και να γίνεται μια δοκιμή για κάθε παρτίδα που περιλαμβάνουμε (Παραμπάτης, 2013).

1.2. Κατηγορίες Ψωμιού

Στη γλουτένη οφείλεται το «φούσκωμα» του ζυμαριού από το ψωμί. Δημητριακά με υψηλή περιεκτικότητα σε γλουτένη είναι το σιτάρι το ντίνκελ, το μονόκοκκο σιτάρι, το σκληρό σιτάρι και η σίκαλη. Η Βρώμη και το κριθάρι έχουν μια χαμηλή αναλογία γλουτένης. Δημητριακά όπως, κεχρί, καλαμπόκι, ρύζι και καθώς και ψευδό-δημητριακά όπως κινόα, αμάρανθος και το φαγόπυρο είναι επίσης χωρίς γλουτένη (Al-Bawardy et al., 2017).

Η γλουτένη αποτελείται από δυο μακρομόρια : τη γλοιαδίνη που είναι διαλυτή σε 70% αλκοόλη και τη γλουτελίνη που είναι διαλυτή σε αραιά οξέα ή αλκάλια. Τα δυο αυτά μόρια καθώς γίνεται η ζύμωση και το ψήσιμο του ψωμιού συγκρατούν μόρια αέρα και προσδίδουν στο ψωμί τα απαραίτητα ποιοτικά χαρακτηριστικά (Gómez et al., 2011)

Τα είδη ψωμιού που υπάρχουν και καταναλώνονται ευρέως σήμερα :

- **Σταρένιο (λευκό):** πρόκειται για λευκό ψωμί, από τα πλέον συνηθισμένα σήμερα που φτιάχνεται από λευκό αλεύρι, είναι πλούσιο σε ασβέστιο αλλά πιο φτωχό σε φυτικές ίνες, αφού παρασκευάζεται από αλεύρι που έχει υποστεί αφαίρεση φύτρου και έχει επεξεργαστεί.
- **Μπαγκέτα:** Γνωστή κυρίως επειδή χρησιμοποιείται σε σάντουιτς, αποτελεί μια ειδική κατηγορία ψωμιού. Λευκή ή μαύρη (ολικής άλεσης) με σουσάμι ή χωρίς αποτελεί την κύρια επιλογή για κολατσιό. Όπως και το ψωμί μπορεί να διατηρηθεί για λίγες μέρες φρέσκια.
- **Σικάλεως:** υπερτερεί έναντι του λευκού ψωμιού σε σχέση με τις φυτικές ίνες, έχει σκούρο χρώμα και κερδίζει όλο και περισσότερο έδαφος στην Ευρωπαϊκή αγορά.
- **Γερμανικό ψωμί:** στην Γερμανία (όπως και σε αρκετές χώρες) το ψωμί παίρνει το όνομα του από το δημητριακό από το οποίο παρασκευάζεται.
- **Ψωμί από καλαμποκάλευρο:** είναι γνωστή στους παλαιότερους και ως μπομπότα. Πρόκειται για μείγμα καλαμποκάλευρου και σιτάλευρου. Έχει κίτρινο χρώμα, χαμηλή διατροφική αξία και είναι φτωχό σε φυτικές ίνες. Στην Ελλάδα έχει συνδυαστεί με την Κατοχή και την έλλειψη τροφίμων που υπήρχε.

- **Πολύσπορο:** πρόκειται για υψηλής θρεπτικής αξίας ψωμί, πλούσιο σε φυτικές ίνες, βιταμίνες, αμινοξέα και θρεπτικά συστατικά. Από το όνομα του καταλαβαίνουμε ότι παρασκευάζεται από διάφορα είδη δημητριακών.
- **Ολικής αλέσεως:** πρόκειται για σταρένιο ψωμί, του οποίου όμως το αλεύρι δεν έχει υποστεί επεξεργασία (αφαίρεση φύτρου) και είναι πλούσιο σε φυτικές ίνες, σίδηρο και θρεπτικά συστατικά και φυλλικό οξύ, ενώ επιστημονικές μελέτες έχουν δείξει ότι μειώνουν τον κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου του στομάχου, του παχέος εντέρου και της ουροδόχου κύστης.
- **Βιολογικό ψωμί :** έχει παρασκευαστεί από αλεύρι βιολογικής προέλευσης. Το αλεύρι έχει παραχθεί από σιτηρά που έχουν καλλιεργηθεί βιολογικά και έχουν πιστοποιηθεί για αυτή τους την καλλιέργεια. Αυτό μπορείτε να το βρείτε στα καταστήματα βιολογικών προϊόντων ή σε φούρνους που παράγουν τέτοιου είδους ψωμί.
- **Σταρένιο ψωμί, λευκό :** Είναι κλασσικός τύπος ψωμιού σε ποικίλα σχήματα. Συνήθως η κόρα του έχει πιο σκούρο χρώμα από την ψίχα του.
- **Ψωμί για τοστ:** Ειδική κατηγορία ψωμιού που έχει συγκεκριμένη χρήση σε τοστ και ορεκτικά. Μπορεί να έχει κόρα ή όχι, ενώ παρασκευάζεται και με εκτός από αλεύρι με λευκό σιτάρι.
- **Με προζύμι:** Ειδική κατηγορία ψωμιού, που ζυμώνεται αποκλειστικά με προζύμι. Μπορεί να είναι λευκό ή μαύρο.
- **Λιόψωμο:** Ψωμί με προσθήκη ελιών.
- **Σταφιδόψωμο:** Ψωμί που σε κάποιο στάδιο ζύμωσης έχουν προστεθεί σταφίδες.
- **Καρυδόψωμο:** Πρόκειται για παραδοσιακό κατά βάση ψωμί που συναντάμε σε αρτοποιεία . Συνήθως συνοδεύει κόκκινα, γλυκά κρασιά π.χ. Μαυροδάφνη. Εκτός από καρύδια έχει και σταφίδα. Φτιάχνεται κυρίως σε γιορτές (Χριστούγεννα, Πάσχα) ή σε ειδικές περιπτώσεις και κατά παραγγελία.

- **Χριστόψωμο:** Είναι ένα ειδικό είδος ψωμιού που συνδέεται και αυτό με την παράδοση, αφού φτιάχνεται κυρίως τα Χριστούγεννα. Πέρα από μαγιά, αλεύρι, έχει γιαούρτι, καρύδια, μπαχαρικά, μέλι, αλάτι.
- **Λαγάνα:** Ψωμί με συγκεκριμένη συνταγή. Φτιάχνεται για κατανάλωση την Καθαρά Δευτέρα.
- **Ψωμί με μπίρα:** Μια ακόμα κατηγορία ψωμιού, με έντονη τη γεύση της μπίρας η οποία ζυμώνεται με τα υπόλοιπα υλικά.
- **Ψωμί με σόδα:** Είναι ένα είδος ψωμιού που συναντάμε στην Βόρεια Ευρώπη. Η διογκωτική του ύλη είναι η σόδα, η οποία προσδίδει σε αυτό χαρακτηριστικά ποιοτικά χαρακτηριστικά: π.χ. πιο συμπαγή δομή-μικρή κυψέλωση (Hu et al., 2011).

1.3. ΜΟΝΟΚΟΚΚΟ ΣΙΤΑΡΙ- ΨΩΜΙ ΑΠΟ ΛΕΥΚΟ ΣΙΤΑΡΙ

Το **μονόκοκκο σιτάρι** (*Triticum monococcum* ssp. *monococcum*), είναι γνωστό διεθνώς σαν *einkorn* ή *engrain*. Σε αντίθεση με τα άλλα είδη σιταριού, συχνά επιβιώνει σε φτωχά εδάφη (Zohary D, 2000).

1.3.1. Μορφολογικά χαρακτηριστικά

Το μονόκοκκο σιτάρι είναι το μοναδικό διπλοειδές (γονιδίωμα AA) καλλιεργούμενο είδος και ανήκει στο Section Monococca. Έχει βραχύ και λεπτό στέλεχος, με τρίχες, και μοιάζει με αγριόχορτο. Τα φύλλα του γίνονται στενά και έχουν χρώμα κιτρινοπράσινο ή κυανοπράσινο. Τα στάχυα είναι με άγανα και στέκονται πάντοτε όρθια, ακόμα και όταν ωριμάσουν εντελώς και έχουν μήκος περί τα 5 εκατοστά. Η ράχη τους σπάει κατά τον αλωνισμό, όπως και του δίκοκκου. Σε κάθε άρθρωση υπάρχει ένα σταχύδιο, που παρά τα τρία του άνθη, παράγει έναν σπόρο (για αυτό και η ονομασία μονόκοκκο). Ο σπόρος είναι «ντυμένος», δηλ. τα λέπυρα δεν αποχωρίζονται κατά τον αλωνισμό και έχουν χρώμα κίτρινο προς ανοιχτό κόκκινο. Ο σπόρος είναι πιεσμένος πλευρικά (ώστε το αυλάκι να γίνεται δυσδιάκριτο), μυτερός στις δυο άκρες, κοντός και με ελαφριά κοιλότητα. Το μονόκοκκο έχει υψηλό βάρος και μαλακούς αλευρώδεις κόκκους που είναι εύθραυστοι στο στάδιο της αποφλοΐωσης (Abdel-Aal E.-S., 1998). Παρουσιάζει ενδιαφέρον για βελτιωτικούς σκοπούς, επειδή έχει αντοχή στις σκωριάσεις και στις αντιξοότητες του περιβάλλοντος (ψύχος, ξηρασία). Σπέρνεται και την άνοιξη και λόγω της μεγάλης του αντοχής εμφανίζει ικανοποιητικές αποδόσεις (Σφήκας, 1984).

Το άσπρο ψωμί αναφέρεται συνήθως σε ψωμιά από αλεύρι σίτου από το οποίο έχουν απομακρυνθεί (και παύσουν) το πίτουρο και τα σπέρματα από ολόκληρο το σιτάρι ως τμήμα της διαδικασίας άλεσης ή άλεσης του αλευριού, παράγοντας ένα ανοιχτόχρωμο αλεύρι (Jacob, 1994). Αυτή η διαδικασία άλεσης μπορεί να δώσει σε λευκό αλεύρι μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, αφαιρώντας τα φυσικά έλαια από ολόκληρους κόκκους. Η αφαίρεση του λαδιού επιτρέπει στα προϊόντα που παρασκευάζονται με το αλεύρι, όπως το λευκό ψωμί, να αποθηκεύονται για μεγαλύτερες χρονικές περιόδους, αποφεύγοντας την πιθανή τάγγιση.

Το αλεύρι που χρησιμοποιείται στα λευκά ψωμιά είναι λευκασμένο περαιτέρω με τη χρήση χημικών ουσιών όπως το βρωμιούχο κάλιο, το αζωδικαρβοναμίδιο ή το διοξείδιο του χλωρίου για να απομακρύνεται οποιαδήποτε ελαφρά, φυσική κίτρινη απόχρωση.

Ορισμένοι όμως λευκαντικοί παράγοντες αλευριού απαγορεύονται να χρησιμοποιούνται σε χώρες Ευρωπαϊκής. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, οι καταναλωτές μερικές φορές αναφέρονται στο λευκό ψωμί ως ψωμί σάντουιτς και ψωμί σάντουιτς (Mercuri, 2009). Το λευκό ψωμί περιέχει το 1/2 του μαγνησίου που βρίσκεται στο ψωμί ολικής αλέσεως.

Είναι γνωστό ότι η διαδικασία φρεζαρίσματος που απορρίπτει το φύτρο του σίτου μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση του χρόνου ζωής του λευκού αλεύρου, ενώ ταυτόχρονα αφαιρεί τα θρεπτικά συστατικά όπως ορισμένες διαιτητικές ίνες, σίδηρο, βιταμίνες Β, μικροθρεπτικά συστατικά (USDA_Center_for_Nutrition_Policy_and_Promotion_(CNPP), 1994) και τα απαραίτητα λιπαρά οξέα. Από το 1941, άρχισαν να ενισχύονται τα λευκά άλευρα με μερικά από τα θρεπτικά συστατικά που χάθηκαν κατά την άλεση, όπως η θειαμίνη, η ριβοφλαβίνη, η νιασίνη και ο σίδηρος. Αυτή η ενίσχυση οδήγησε σε σχεδόν ολική εξάλειψη των ασθενειών στις ΗΠΑ, όπως η πελαγούρα και η beriberi (ασθένειες που οφείλονται σε ελλείψεις νιασίνης και θειαμίνης, αντίστοιχα) και το λευκό ψωμί συνεχίζει να περιέχει αυτές τις προστιθέμενες βιταμίνες μέχρι σήμερα (Rychlik, 2011).

Το φυλλικό οξύ είναι μια άλλη θρεπτική ουσία που ορισμένες κυβερνήσεις έχουν δώσει εντολή προστίθεται σε άλευρα όπως του λευκού ψωμιού. Στις ΗΠΑ και τον Καναδά, τα άλευρα έχουν ενισχυθεί με υποχρεωτικά επίπεδα φολικού οξέος από το 1998 λόγω του σημαντικού ρόλου του φυλλικού οξέος στην πρόληψη των γεννητικών ελαττωμάτων. (Wikipedia, 2015).

1.4. Ψωμί από δίκοκκο σιτάρι

Το δίκοκκο σιτάρι (*Triticum turgidum* ssp. *dicoccum*), γνωστό και ως *emmer*, *farro*, *amidonnier* ή *polba*, αποτελούσε κυρίαρχο καλλιεργούμενο σιτάρι στην Ασία, Αφρική και Ευρώπη από τα πρώτα χρόνια της γεωργίας. Σήμερα καλλιεργείται σποραδικά σε περιορισμένες περιοχές.

Μετά από 1.800 περίπου χρόνια απουσίας από τους αγρούς της Ελλάδας, τα τελευταία χρόνια εκδηλώνεται μεγάλο ενδιαφέρον από τους καλλιεργητές και τους καταναλωτές για το δίκοκκο σιτάρι, γνωστού με την κοινή ονομασία στην ελληνική ως ζειά ή ζέα (Borlaug, 2007)

Το δίκοκκο σιτάρι έπαψε να καλλιεργείται στον Ελλαδικό χώρο από τον 2ο μ.Χ. αιώνα. Είναι επομένως ανακριβής ο ισχυρισμός ότι καλλιεργεί σήμερα δίκοκκο σιτάρι, συνεχίζοντας την από 10ετιών οικογενειακή παράδοση καλλιέργειας γηγενών ποικιλιών του. Τα τελευταία χρόνια, υπάρχει μία ευρέως αυξανόμενη ζήτηση κατανάλωσης του δίκοκκου σιταριού, λόγω των διατροφικών και διαιτητικών του ιδιοτήτων, χαρακτηριστικά, που παρέμειναν αναλλοίωτα επί 10.000 χρόνια, λόγω μη εφαρμογής βελτιωτικών εργασιών επ' αυτού. Αντίθετα, τα κυρίως καλλιεργούμενα είδη σιταριού (μαλακό σιτάρι, σκληρό σιτάρι) δέχθηκαν βελτιωτικές παρεμβάσεις με αποτέλεσμα την δημιουργία και καλλιέργεια πολυάριθμων σύγχρονων ποικιλιών τους, που χαρακτηρίζονται, πέραν των άλλων, από την υψηλή περιεκτικότητα σε γλουτένη.

Το ενδιαφέρον για την καλλιέργεια και κατανάλωση δίκοκκου σιταριού εστιάζεται αφενός μεν στα αγρονομικά του χαρακτηριστικά και αφετέρου στην σύνθεσή του, η οποία του προσδίδει ιδιαίτερες διατροφικές και διαιτητικές ιδιότητες (Schmid et al., 1994)

1.4.1. Μορφολογικά χαρακτηριστικά

Το δίκοκκο σιτάρι (*Triticum turgidum* ssp. *dicoccum*) ανήκει στο Section *Dicoccoidea*. Το καλάμι είναι γεμάτο ή κούφιο, ενώ τα φύλλα έχουν συνήθως τρίχες. Έχει αghανοφόρους στάχεις, με δύο ως τέσσερα άνθη ανά σταχύδιο, παράγει όμως μόνο δύο κόκκους. Η ράχη του θραύεται κατά τον αλωνισμό και οι σπόροι συγκρατούν τα λέπυρα και μέρος της ράχης. Επομένως, κι αυτό είναι «ντυμένο», όπως και το μονόκοκκο σιτάρι (*T. monococcum* ssp. *monococcum*) και η όλυρα ή σιτάρι σπέλτα (*T. aestivum* ssp. *spelta*). Με άλλα λόγια ο σπόρος

είναι σφιχτά κλεισμένος στα λέπυρα και απαιτείται επιπρόσθετη επεξεργασία ώστε να απομακρυνθούν τα λέπυρα. Οι κόκκοι του δίκοκκου σιταριού είναι μακριοί και λεπτοί και το χρώμα των πιτυρούχων στρωμάτων είναι σκούρο (Abdel-Aal et al. 1998). Τα δίκοκκα σιτάρια μπορεί να είναι χειμερινά ή ανοιξιάτικα και είναι πολύ ανθεκτικά στην ξηρασία και στην υγρασία. Μερικές ποικιλίες παρουσιάζουν αντοχή στις ασθένειες, που τα καθιστά χρήσιμα για βελτιωτικούς σκοπούς (Σφήκας, 1984). Εμφανίζουν ικανοποιητικές αποδόσεις σε ποικιλία εδαφών και κλιμάτων, ευδοκιμούν όμως συνήθως σε ξηρές πεδιάδες με ζεστό καλοκαίρι (Χρηστίδης_B., 1963).

1.4.2. Διατροφικές ιδιότητες

Η αυξανόμενη και συνεχής προτίμηση του κοινού στην βιολογική γεωργία και στην υγιεινή διατροφή, ανανέωσε το ενδιαφέρον για το δίκοκκο σιτάρι, τα προϊόντα του οποίου, έχουν πολλά διαιτητικά και διατροφικά πλεονεκτήματα. Ένας βασικός παράγοντας στα διαιτητικά χαρακτηριστικά των σιταριών (αλλά και των άλλων ειδών σιτηρών) είναι η περιεκτικότητά τους στην γνωστή σε όλους πρωτεΐνη τη γλουτένη. Το δίκοκκο σιτάρι έχει πολύ χαμηλό δείκτη γλουτένης (35 %) σε σύγκριση με τα υπόλοιπα μαλακά σιτάρια. Όσο μεγαλύτερη είναι η περιεκτικότητα της γλουτένης σε ένα αλεύρι, τόσο αυξάνει η αρτοποιητική ικανότητα του αλευριού. Δηλαδή, το συγκεκριμένο ψωμί «φουσκώνει». Αυτό οφείλεται, στην ελαστικότητα της γλουτένης, στον εγκλωβισμό φυσαλίδων CO₂, το οποίο παράγεται κατά την ζύμωση. Το ψωμί, λοιπόν, από αλεύρι δίκοκκου σιταριού δεν «φουσκώνει» όπως αυτό που παράγεται από αλεύρι μαλακού σιταριού, λόγω, ακριβώς, της μικρής περιεκτικότητας σε γλουτένη (Cubadda and Marconi, 1994).

. Σε πάρα πολλά άτομα, η γλουτένη προκαλεί αλλεργίες αλλά και συμπτώματα δυσανεξίας, η ακραία μορφή της οποίας είναι η «κοιλιοκάκη» (coeliac disease). Συγκρινόμενο με το σιτάρι, στο δίκοκκο σιτάρι βρέθηκαν 20-60 % w/w υψηλότερες συγκεντρώσεις σιδήρου (Fe⁺⁺), ψευδαργύρου (Zn⁺⁺), χαλκού (Cu⁺⁺), μαγνησίου (Mg⁺⁺) και φωσφόρου (P⁺⁺). Τα ανόργανα στοιχεία δεν είναι βιοδιαθέσιμα, λόγω δέσμευσής τους από το φυτικό οξύ. Η υψηλότερη όμως δραστηριότητα του πεπτικού ενζύμου φυτάση στο δίκοκκο σιτάρι (έναντι του μαλακού σιταριού), παίζει ρόλο στην αύξηση της θρεπτικής ποιότητας του αλεύρου του, λόγω αποδέσμευσης του φωσφόρου από το μόριο του φυτικού οξέος. Επίσης η πολύ μεγάλη περιεκτικότητα του δίκοκκου σιταριού σε μαγνήσιο (Mg⁺⁺), έναντι του κοινού μαλακού σιταριού, θεωρείται ότι του προσδίδει αντικαταθλιπτικές ιδιότητες, ως τρόφιμο. Το δίκοκκο σιτάρι, άρα έχει θεραπευτικές ιδιότητες και μπορεί να μειώσει αποτελεσματικά τους παράγοντες καρδιαγγειακού κινδύνου (Abdel-Aal E.-S., 1998).

Το δίκοκκο σιτάρι, μπορεί να συνιστάται ως το πλέον βασικό εναλλακτικό σιτηρό, έναντι του σιταριού, στη διατροφή. Ειδικότερα και σε ό,τι αφορά στους διαβητικούς, ο δείκτης γλυκαιμίας του δίκοκκου σιταριού είναι 40, με αποτέλεσμα την καλή ρύθμιση της γλυκόζης στο αίμα και γι' αυτόν τον λόγο συνιστάται στη διατροφή των διαβητικών. Επίσης περιέχει βιταμίνες της ομάδας Β, προβιταμίνη Α (που βοηθάει στην καλή όραση και την πρόληψη της ξηροδερμίας), καθώς και βιταμίνη Ε με την ισχυρή αντιοξειδωτική δράση. Λόγω της υψηλής περιεκτικότητας του δίκοκκου σιταριού σε φυτικές ίνες, συνιστάται να ενταχθεί στο

διαιτολόγιο, δεδομένου ότι ελαττώνεται ο κίνδυνος πολλών χρόνιων ασθενειών, όπως διαβήτης, καρκίνου, στεφανιαίας νόσου, ενώ η κατανάλωση δίκκοκου σιταριού προστατεύει τον καταναλωτή από καρκίνο του παχέος εντέρου, σκωληκοειδίτιδα, αιμορροΐδες, κισσούς των κάτω άκρων, κ.ά. Επιπλέον, η κατανάλωση δίκκοκου σιταριού προστατεύει τον καταναλωτή με πολλά άλλα προβλήματα υγείας, όπως, ελκώδη κολίτιδα, ρευματοειδή αρθρίτιδα, κατάθλιψη, κ.α. (Vincentini et al, 2007).

1.5. Πολύσπορο ψωμί

Πρόκειται για πολύ υψηλής θρεπτικής αξίας ψωμί, πλούσιο σε φυτικές ίνες, βιταμίνες, αμινοξέα και θρεπτικά συστατικά. Από το όνομά του, καταλαβαίνουμε ότι παρασκευάζεται από διάφορα είδη δημητριακών, όπως σιτάρι, σίκαλη, κριθάρι, βρώμη, καλαμπόκι, σπόρους κεχριού, παπαρούνας, ηλιόσπορου (Ronteltap et al., 2012)

Το πολύσπορο ψωμί είναι ένας τύπος ψωμιού που παρασκευάζεται με δύο ή περισσότερους τύπους κόκκων. Οι χρησιμοποιούμενοι κόκκοι περιλαμβάνουν κριθάρι, λινάρι, κεχρί, βρώμη, σιτάρι και αλεύρι ολικής αλέσεως (Carolyn_F._Katzin, 2014). Ορισμένες ποικιλίες περιλαμβάνουν εδώδιμους σπόρους κατά την παρασκευή τους όπως το flaxseed, quinoa, σπόρους κολοκύθας και ηλιόσπορους. Πολλαπλασιασμένα ψωμιά σίκαλης και ζαχαροκάλαμου είναι πρόσθετες ποικιλίες. Οι προετοιμασίες περιλαμβάνουν ψωμί 7 κόκκων και 9 κόκκων.

Τα ψωμιά πολλαπλών δημητριακών ολικής αλέσεως περιέχουν περιεκτικότητα σε διαιτητικές ίνες έως και τέσσερις φορές μεγαλύτερη από τα λευκά ψωμιά (Wilkins, 2007) και μπορεί επίσης να περιέχουν περισσότερες βιταμίνες και πρωτεΐνες σε σύγκριση με το λευκό ψωμί (Gupta & _Gupta, 2013). Τα πολύσπορα ψωμιά παρέχουν επίσης πολύπλοκους υδατάνθρακες.

Το πολύσπορο ψωμί είναι εμπορικό προϊόν και διατίθεται στους καταναλωτές. Ορισμένες εμπορικές ποικιλίες παρασκευάζονται χρησιμοποιώντας 100 % αλεύρι ολικής αλέσεως. Από το 1989 έως το 1994 στις Ηνωμένες Πολιτείες, το πολύσπορο ψωμί ήταν "μία από τις ταχύτερα αναπτυσσόμενες αγορές στον κλάδο αρτοποιίας (Legan, 1993).

1.5.1. Διατροφικά Πλεονεκτήματα του πολύσπορου ψωμιού ειδικής επεξεργασίας

Το πολύσπορο ψωμί ειδικής επεξεργασίας, είναι ανώτερο σε διατροφική αξία σε σύγκριση με το κοινό ψωμί, γεγονός που οφείλεται στους ακόλουθους λόγους :

- Είναι πολύ πλούσιο σε φυτικές ίνες (6.6g/100g) παρέχοντας στον οργανισμό το 27,7% των GDAs (Guideline Daily Amounts – Ενδεικτική Ημερήσια Πρόσληψη).
- Προσφέρει σημαντική ποσότητα ασβεστίου (απαραίτητο για την καλή υγεία των οστών), η οποία ανέρχεται σε 254mg/100g και είναι 7,5 φορές περισσότερη σε σχέση με το κοινό ψωμί ολικής άλεσης, αντιστοιχώντας στο 32% της Σ.Η.Π.
- Περιέχει πολύτιμο σίδηρο (αποτελεί δομικό συστατικό της αιμοσφαιρίνης, συμβάλλοντας στην πρόληψη της σιδηροπενικής αναιμίας) σε ποσοστό που ανέρχεται στο 19% της Σ.Η.Π. (3mg/100g).
- Περιέχει σημαντική ποσότητα φωσφόρου (συμβάλλει στην καλή λειτουργία της όρασης) και πιο συγκεκριμένα 19% της Σ.Η.Π. (130mg/100g).
- Αποδίδει αξιοσημείωτη ποσότητα μαγνησίου (επιτελεί σημαντικό στην παραγωγή ενέργειας), η οποία αντιπροσωπεύει το 16% της Σ.Η.Π. (61mg/100g) (FDA, 2016)
- Τέλος, περιέχει 50% λιγότερο νάτριο συγκριτικά με το κοινό ψωμί ολικής άλεσης. Ο έλεγχος στην πρόσληψη νατρίου, σύμφωνα με τις συστάσεις της διεθνούς επιστημονικής κοινότητας συμβάλλει στη ρύθμιση της αρτηριακής πίεσης
- Το πολύσπορο ψωμί είναι 100% w/w φυτικό προϊόν. Δεν περιέχει καθόλου ζωικό λίπος και φυσικά χοληστερόλη.
- Μπορεί να περιέχει ηλιόσπορο και λιναρόσπορο που παρουσιάζουν σπουδαίες διατροφικές ιδιότητες. Διαθέτουν σημαντικά αντιοξειδωτικά χαρακτηριστικά, περιέχουν φυτοοιστρογόνα, φυτοστερόλες, βιταμίνη Ε, φυλλικό οξύ και αποτελούν πηγές απαραίτητων ω-6 πολυακόρεστων λιπαρών οξέων, τα οποία προστατεύουν την καρδιά και τα αγγεία.

Το πολύσπορο ψωμί ειδικής επεξεργασίας αποτελεί μία καλύτερη επιλογή σε σχέση με ένα κοινό ψωμί ολικής άλεσης. Είναι ανώτερη διατροφικής αξίας και επομένως συστήνεται να καταναλώνεται καθημερινά στα πλαίσια μίας ισορροπημένης διατροφής και ενός υγιεινού τρόπου ζωής (Lopez, 2014).

Πίνακας 1 : Διατροφική αξία του πολύσπορου ψωμιού σε σχέση με άλλα είδη ψωμιών.

| | Σταρένιο | Ολικής Αλέσεως | Σικάλεως | Πολύσπορο |
|--------------|----------|-------------------|----------|-----------|
| Θερμίδες | 76 | 71 | 73 | 75 |
| Υδατάνθρακες | 13,8 | 12,1 | 13,6 | 12,29 |
| Πρωτεΐνες | 3,04 | 3,53 | 2,41 | 3,79 |
| Λιπαρά | 0,92 | 0,99 | 0,94 | 1,2 |
| Φυτικές Ίνες | 1,1 | 1,7 | 1,6 | 2,1 |
| Νάτριο | 144 | 129 | 171 | 108 |
| Βιταμίνη Ε | 0,05 | 0,75 | 0,09 | 0,1 |
| Φυλλικό Οξύ | 28 | 12 | 43 | 21 |

1.5.2. ΨΩΜΙ ΜΕ ΞΙΝΟ ΠΡΟΖΥΜΙ

Ψωμί με ξινό προζύμι από χημική άποψη είναι ένας συνδυασμός ζυμομυκήτων και γαλακτικών βακτηριδίων που ευθύνονται τόσο για την παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα και αιθανόλης, όσο και για την ανάπτυξη διαφόρων αρωμάτων και γεύσεων. Το διοξείδιο του άνθρακα και η αιθανόλη δημιουργούν το φούσκωμα, το ανέβασμα της ζύμης μας. Τα αρωματικά σύνθετα ευθύνονται για την ιδιαίτερη οσμή και γεύση που χαρακτηρίζουν τα προζυμμένα αρτοσκευάσματα. Περισσότερα για τα χημικά συστατικά του προζυμιού (Korus et al., 2006)

Για να αναπτυχθούν όλοι αυτοί οι μικροοργανισμοί σ' ένα απλό μείγμα από αλεύρι και νερό χρειάζεται μια διαδικασία που θέλει κάποιο χρόνο και δεν είναι καθόλου δύσκολη. Στη συνέχεια, οι μικροοργανισμοί πολύ ευκολά συντηρούνται σε χαμηλές θερμοκρασίες και μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν. Το ψωμί με ξινό προζύμι γίνεται από τα απλούστερα συστατικά - μόνο αλεύρι, νερό και αλάτι - τα οποία, όταν αφήνονται να ζυμωθούν φυσικά παράγουν συμβιωτικές καλλιέργειες μικροοργανισμών που διογκώνουν το ψωμί. Πριν αρχίσουν να χρησιμοποιούνται οι εμπορικές ζύμες τον 19ο αιώνα, όλα τα ψωμιά φτιάχνονταν με προζύμι, τα βακτήρια τα οποία αλληλοεπιδρούν με τα δημητριακά κατά τη διάρκεια της διαδικασίας ζύμωσης, αξιοποιούν στο έπακρο τις γεύσεις και τα θρεπτικά συστατικά, και κάνουν το ψωμί πολύ πιο εύπεπτο για τον οργανισμό. Έτσι το προζύμι προωθεί την εντερική και μεταβολική υγεία, μας κρατά χορτάτους για περισσότερη ώρα, και διατηρείται περισσότερο στο ράφι (Κεφαλάς, 2009).

Τα προζύμια αποτελούνται από ένα συνδυασμό (Κεφαλάς, 2009) ενός ή 16 περισσότερων ειδών ζυμομυκήτων και ενός ή περισσότερων ειδών γαλακτικών βακτηρίων. Οι ζυμομύκητες περιλαμβάνουν τα παρακάτω είδη :

- *Saccharomyces cerevisiae* ή
- *Saccharomyces exiguus*
- *Candida Krusei*
- *Candida tropicalis* ή
- *Candida holmi*
- *Torulopsis colliculosa*

Τα γαλακτικά βακτήρια περιλαμβάνουν τα είδη :

- *Lactobacillus lantarum*
- *Lactobacillus casei*
- *Lactobacillus brevis*
- *Lactobacillus bucheri*
- *Lactobacillus fermentum* ή
- *Lactobacillus acidophilus*
- *Leuconostoc mesenteroides* και
- *Pediococcus cerevisiae*.

Οι ζυμομύκητες ευθύνονται για τη διόγκωση του ζυμαριού, καθώς επίσης, και για την ανάπτυξη αρωμάτων και γεύσεων. Ενώ τα βακτήρια παράγουν αποκλειστικά γαλακτικό οξύ που ευθύνεται για τη γεύση του ψωμιού (Hui Y. and Corke H., 2006).

Τα φιλικά αυτά βακτήρια, οι γαλακτοβάκιλλοι όπως ονομάζονται, παράγονται από τη διαδικασία της ζύμωσης, εφ' όσον αυτή διαρκέσει για 12 ώρες ή περισσότερο και είναι ευεργετικοί για την υγεία μας γιατί ενώ η ζύμη ζυμώνεται, οι γαλακτοβάκιλλοι «σπάνε» τη μαλτόζη που περιέχεται στο αλεύρι με αποτέλεσμα να παράγεται γαλακτικό και οξικό οξύ, τα οποία επιβραδύνουν το ρυθμό με τον οποίο τα σάκχαρα μεταβολίζονται στον οργανισμό μας. Αυτό σημαίνει ότι το προζύμι δεν αυξάνει τον γλυκαιμικό δείκτη στο αίμα όπως τα περισσότερα άλλα ψωμιά. Πρόσφατες μελέτες δείχνουν ότι έχει σταθερές, μέτριες γλυκαιμικές επιπτώσεις που αντιστοιχούν σε εκείνες των φασολιών και των δημητριακών ολικής άλεσης (Capriles and Arêas, 2013)

Σε αντίθεση, η ζύμη του λευκού ψωμιού μεταβολίζεται πιο γρήγορα ακόμη και από τη ζάχαρη και όταν καταναλώνεται τακτικά και σε μόνιμη βάση συμβάλλει σε μεγάλο ποσοστό στον κίνδυνο εμφάνισης διαβήτη :

- Ενεργοποιούν χημικές και ενζυμικές αντιδράσεις που εμπλουτίζουν τις φυσικές γεύσεις των δημητριακών

- Συνθέτουν βιταμίνες στα δημητριακά ολικής αλέσεως για τη δημιουργία νέων θρεπτικών ουσιών, ειδικά τη σημαντική B12
- Ενισχύουν το αμινοξύ λυσίνη, κάνοντας το προζύμι μια σχεδόν πλήρη πρωτεΐνη
- Διαχέουν το φυτικό οξύ που περιέχεται στα δημητριακά, το οποίο βοηθά τα μέταλλα όπως το ασβέστιο, το μαγνήσιο, το σίδηρο και το ψευδάργυρο να είναι περισσότερο βιοδιαθέσιμα. Διευκολύνει δηλαδή τα έντερα μας να στείλουν αυτά τα μέταλλα στο αίμα, τα όργανα, τα μαλλιά, το δέρμα μας κλπ. χαρίζοντάς μας ευεξία
- Γαλακτικό οξύ, που παράγεται επίσης κατά τη διάρκεια της ζύμωσης, προωθεί την ανάπτυξη υγιούς χλωρίδας στο έντερο (Roberfroid, 2007)

Πολλοί άνθρωποι με δυσανεξία στην γλουτένη βρίσκουν το προζύμι ως λύση, επειδή η μακρά διαδικασία ζύμωσης επιτρέπει στα μόρια του νερού να μουν στους δεσμούς της γλουτένης, μειώνοντας έτσι και αποδυναμώνοντας την περιεκτικότητα του σιταριού σε γλουτένη. Αν και τα διάφορα είδη ψωμιού μπορεί να ποικίλουν σε θερμίδες, το ψωμί με προζύμι δεν είναι συνήθως αυτό με την χαμηλότερη θερμιδική αξία. Μια μικρή φέτα έχει περίπου 92 θερμίδες, σε σύγκριση με περίπου 81 θερμίδες της ολικής και περίπου 74 θερμίδες μιας φέτας λευκού ψωμιού (Hager et al., 2011).

Προζύμι μπορούμε να φτιάξουμε όποτε το αποφασίσουμε. Απλώς ανακατεύουμε αλεύρι, κατά προτίμηση σταρένιο κιτρινωπό ή έστω σκληρό του εμπορίου με εμφιαλωμένο νερό (το χλώριο του νερού του δικτύου δεν ευνοεί την ανάπτυξη των μυκήτων) και αφήνουμε να γίνει η ζύμωση για 24 h – 48 h σε θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Βάζουμε σε πλαστικό ή γυάλινο δοχείο μια κούπα αλεύρι και το ανακατεύουμε με $\frac{3}{4}$ της κούπας νερό ώστε να γίνει ένα πηκτός χυλός. Το σκεπάζουμε (όχι αεροστεγώς) και το αφήνουμε να μείνει 1-2 μέρες ανάλογα την θερμοκρασία του περιβάλλοντος (ιδανικά πάνω από 20° C). Πιθανόν να έχει βγάλει μικρές φουσκίτσες αλλά ούτως ή άλλως του προσθέτουμε μισή κούπα αλεύρι και λίγο λιγότερο (από μισή κούπα) νερό και το ξανά ανακατεύουμε. Δεν προσθέτουμε πολύ αλεύρι για να το «πιάσουν» οι μύκητες. Επαναλαμβάνουμε άλλη μια φορά τουλάχιστον τη διαδικασία. Τώρα (μετά 3 ή 4

επαναλήψεις), θα πρέπει να έχει φουσκώσει αρκετά και να μυρίζει με την χαρακτηριστική ευχάριστη «ξινή» μυρωδιά. Μην σας απογοητεύει αν αργεί. Μπορεί να αργεί και να θέλει κι άλλο «τάισμα» αλλά θα γίνει. Μόνο αν μουχλιάσει και μυρίσει άσχημα είναι για πέταμα.

Χρησιμοποιούμε όσο προζύμι χρειαζόμαστε και στο υπόλοιπο βάζουμε λίγο αλεύρι ακόμη να γίνει σχεδόν σαν μαλακό ζυμαράκι. Το βάζουμε σε ένα μπολ με διπλάσιο (τουλάχιστον) όγκο που να κλείνει αεροστεγώς, και το αφήνουμε να ξανανεβεί. Το καλύπτουμε με ελαιόλαδο, κλείνουμε το μπολ και το βάζουμε στο ψυγείο.

Στο ψυγείο θα χαμηλώσει, το λάδι θα πάει κάτω από το ζυμάρι αλλά δεν θα χαλάσει. Άλλος τρόπος διατήρησης είναι να το κάνουμε πιο σφικτή ζύμη και να την αφήσουμε να στεγνώσει, σχεδόν να ξεραθεί. Όταν θέλουμε να τη χρησιμοποιήσουμε τη βάζουμε σε νερό να μαλακώσει και την περνάμε από σήτα για να μην έχει κόμπους. Αυτός ο τρόπος ήταν συχνότερος παλιότερα που δεν υπήρχαν ψυγεία.

2.ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός: Η μελέτη τεσσάρων ειδών ψωμιού που έχουν διαφορετική σύσταση αλεύρων και σπόρων ως προς την συντήρησή τους και η μελέτη της επίδρασης του υλικού συσκευασίας στην αλλοίωση της σύστασης του ψωμιού (επίδραση στην υγρασία του προϊόντος και στην ανάπτυξη μικροοργανισμών).

Στόχος αυτής της έρευνας είναι η αναζήτηση του βέλτιστου συνδυασμού συστατικών για καλύτερη και πιο μακροπρόθεσμη συντήρηση του ψωμιού.

3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Υλικά : 4 είδη ψωμιού (δίκοκκο βιολογικό ψωμί, λευκό ψωμί του τοστ μη βιολογικό,, πολύσπορο βιολογικό ψωμί, ψωμί με ξινό προζύμι βιολογικό)

2 ψωμιά απο κάθε είδος, 8 στο σύνολο ψωμιά

3.1. ΜΕΘΟΔΟΣ

3.1.1 Περιγραφή Πειραματικής Διαδικασίας

Την πρώτη μέρα της πρώτης εβδομάδας, ανοίχθηκαν οι πλαστικές συσκευασίες από τα 4 είδη ψωμιών (λευκό, από σκληρό σιτάρι με ξινό προζύμι, πολύσπορο, από δίκοκκο αλεύρι) και τα υπόλοιπα 4 παρέμειναν εντός της συσκευασίας τους. Πραγματοποιήθηκαν, οι εξής μετρήσεις :

Μέτρηση χρώματος: Οι μετρήσεις χρώματος των δειγμάτων έγιναν με το χρωματόμετρο Miniscan XE Plus, στους 20 °C. Οι μετρήσεις έγιναν τρεις φορές για κάθε δείγμα και μετρήθηκαν οι παρακάτω συντελεστές.

L*: φωτεινότητα που κυμαίνεται από 2 (μαύρο) έως 100 (λευκό)

a*: διαβάθμιση χρώματος από -120* (πράσινο) έως +120* (κόκκινο)

b*: διαβάθμιση χρώματος από -120* (μπλε) έως +120* (κίτρινο)

Μέτρηση βάρους

Μέτρηση διαστάσεων: μήκους και ύψους και από τα 4 είδη ψωμιών με χρήση χάρακα.

Μέτρηση των διαστάσεων των πόρων: Με την χρήση χάρακα πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις σε 4 φέτες , 2 ακρινές φέτες και 2 μεσαίες φέτες και από τα 4 είδη ψωμιών. Σε κάθε φέτα πραγματοποιήθηκαν 6 μετρήσεις.

Μέτρηση Δομής: Οι μετρήσεις δομής των δειγμάτων έγιναν με τον αναλυτή δομής Controlled Electronic Tensile Tester TC1000. Ο αναλυτής διαθέτει συνδεδεμένο υπολογιστή όπου καταγράφονται οι τιμές τις μέγιστης δύναμης σε Newton (N) συναρτήσει του χρόνου και του ποσοστού παραμόρφωσης. Τα δείγματα συντηρούνταν στους 20°C Η ταχύτητα καθόδου του εμβόλου ήταν 100mm/s-1 και η διάμετρός του 1,8 cm. Η παραμόρφωση έφτανε το 75% μέγιστο. Το κάθε δείγμα μετρήθηκε τρεις φορές.

Μικροσκοπική μελέτη: Στο τέλος της δεύτερης εβδομάδας ανοίχθηκαν και των υπόλοιπων 4 ψωμιών οι συσκευασίες που είχαν παραμείνει κλειστές για 2 εβδομάδες και παρατηρήθηκαν με την χρήση ηλεκτρονικού μικροσκοπίου Nikon Labophot 2 Microscope, μέσω παρασκευής δειγμάτων, τυχόν αλλοιώσεις ως προς την συντήρηση των ψωμιών. Παρασκευάστηκαν δείγματα από 8 στο σύνολο ψωμιά, αυτών που είχαν ανοιχθεί την πρώτη μέρα της πρώτης εβδομάδας και αυτών που ανοίχθηκαν στο τέλος της δεύτερης εβδομάδας.

*Τα ψωμιά ήταν εξαρχής κομμένα σε φέτες

3.2. ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΑΠΟ ΤΑ 4 ΕΙΔΗ ΨΩΜΙΩΝ

3.2.1. ΜΗ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟ ΛΕΥΚΟ ΨΩΜΙ ΤΟΥ ΤΟΣΤ

Το μη βιολογικό ψωμί του τοστ αποτελείται από :

- 59% αλεύρι σίτου
- νερό
- ζάχαρη
- φοινικέλαιο
- επιτραπέζιο αλάτι
- πιεστή ζύμη αρτοποιίας
- γαλακτωματοποιητής: μόνο- και διγλυκερίδια λιπαρών οξέων
- ρυθμιστής οξύτητας: οξικά άλατα του νατρίου
- βελτιωτικά αλεύρων: ασκορβικό οξύ.

Μπορεί να περιέχει ίχνη από σουσάμι, γάλα, αβγά

Πίνακας 2 : Διατροφική επισήμανση του βιολογικού ψωμιού του τοστ ανά 100g.

| ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΗ | Μερίδα αναφοράς 100γρ |
|-------------------------|-----------------------|
| Ενέργεια | 1153 Kj / 273 kcal |
| Λιπαρά | 4,2 g |
| εκ των οποίων κορεσμένα | 1,9 g |
| Υδατάνθρακες | 51 g |
| εκ των οποίων σάκχαρα | 7,5 g |
| Εδώδιμες Ίνες | 1,4 g |
| Πρωτεΐνες | 7,0 g |
| Αλάτι | 1,55 g |

3.2.2. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟ ΨΩΜΙ ΜΕ ΞΙΝΟ ΠΡΟΖΥΜΙ

Το βιολογικό ψωμί με ξινό προζύμι αποτελείται από :

- Αλεύρι ολικής από σκληρό σιτάρι
- Αλεύρι σιμιγδαλένιο*
- Προζύμι*
- Αλάτι

Χωρίς συντηρητικά, βελτιωτικά, χρωστικές, προσθήκη ζάχαρης.

Το ψωμί αυτό είναι πλούσιο σε λινελαϊκό οξύ: Συμβάλει στη διατήρηση των φυσιολογικών επιπέδων χοληστερόλης στο αίμα.

Πίνακας 3 : Διατροφική επισήμανση του ψωμιού με ξινό προζύμι ανά 100g.

| ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΗ | Μερίδα αναφοράς 100gr |
|-----------------------|-----------------------|
| Θερμίδες σε Kcal: | 270 |
| Λίπος ολικό | 8 g |
| Κορεσμένα λίπη | 2 g |
| Μονοακόρεστα λίπη | 3 g |
| Πολυακόρεστα λίπη | 3 g |
| Τρανς λιπαρά | 0 g |
| Ω3 | 0 g |
| Ω6 | 3 g |
| Αλάτι ως NaCl | 1 g |
| Υδατάνθρακες | 44 g |
| Ανάγοντα σάκχαρα | 2 g |
| Μη ανάγοντα σάκχαρα | 0 g |
| Εδώδιμες ίνες | 1 g |
| Πρωτεΐνες | 5 g |
| Λινολενικό | 0,2 g/ 100 g |
| Λινελαϊκό | 3,1 g/ 100 g |

* Προϊόν Βιολογικής Γεωργίας

3.2.3. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟ ΨΩΜΙ ΑΠΟ ΤΟ ΑΡΧΑΙΟ ΔΗΜΗΤΡΙΑΚΟ TRITICUM DICOCCUM ΔΙΚΟΚΚΟ 100%

- Το βιολογικό ψωμί από δίκοκκο αλεύρι αποτελείται από :
- Αλεύρι από στάρι δίκοκκο*
- Αλάτι
- Μαγιά

Χωρίς συντηρητικά, βελτιωτικά, χρωστικές, προσθήκη ζάχαρης.

Πλούσιο σε πρωτεΐνες, μαγγάνιο: Οι πρωτεΐνες συμβάλλουν στην αύξηση και διατήρηση της μυϊκής μάζας, στη διατήρηση της φυσιολογικής κατάστασης των οστών. Το μαγγάνιο συμβάλλει στη φυσιολογική διατήρηση των οστών και στην προστασία των κυττάρων από το οξειδωτικό.

Πίνακας 4 : Διατροφική επισήμανση του δίκοκκου ψωμιού ανά 100g.

| ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΗ | Μερίδα αναφοράς 100γρ |
|-----------------------|-----------------------|
| Θερμίδες σε Kcal: | 258 |
| Λίπος ολικό | 4 g |
| Κορεσμένα λίπη | 1 g |
| Μονοακόρεστα λίπη | 1g |
| Πολυακόρεστα λίπη | 3 g |
| Τρανς λιπαρά | 0 g |
| Ω3 | 0 g |
| Ω6 | 1 g |
| Χοληστερόλη | 0 g |
| Αλάτι ως NaCl | 0,9 g |
| Υδατάνθρακες | 46 g |
| Ανάγοντα σάκχαρα | 1 g |
| Μη ανάγοντα σάκχαρα | 0 g |
| Εδώδιμες ίνες | 3 g |
| Πρωτεΐνες | 8 g |

* Προϊόν Βιολογικής Γεωργίας

3.2.4. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟ ΨΩΜΙ ΤΟΣΤ ΟΛΙΚΗΣ ΑΛΕΣΗΣ ΠΟΛΥΣΠΟΡΟ

Το βιολογικό ψωμί του τοστ ολικής άλεσης πολύσπορο αποτελείται από :

- Αλεύρι ολικής άλεσης μαλακό*
- Αλεύρι σταρένιο*
- Ηλιόσπορος*
- Κολοκυθόσπορος
- Καφέ και χρυσός λιναρόσπορος*
- Σουσάμι αναποφλοιώτο*
- Αμάρανθος*,
- Τζία*
- Αλάτι
- Μαγιά

Χωρίς συντηρητικά, βελτιωτικά, χρωστικές, προσθήκη ζάχαρης.

Πλούσιο σε λινελαϊκό οξύ: Συμβάλει στη διατήρηση των φυσιολογικών επιπέδων χοληστερόλης στο αίμα.

Πίνακας 5 : Διατροφική επισήμανση του πολύσπορου ψωμιού ανά 100g.

| ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΗ | Μερίδα αναφοράς 100γρ |
|--------------------------------------|-----------------------|
| Ποσότητες που περιέχονται ανά 100 γρ | Λιποθέρμιδα 77 |
| Θερμίδες σε Kcal | 273 |
| Λίπος ολικό | 9 g |
| Κορεσμένα λίπη | 1 g |
| Μονοακόρεστα λίπη | 3 g |
| Πολυακόρεστα λίπη | 4 g |
| Τρανς λιπαρά | 0 g |
| Ω3 | 0 g |
| Ω6 | 3 g |
| Χοληστερόλη | 0 g |
| Αλάτι ως NaCl | 1 g |
| Υδατάνθρακες | 45 g |
| Ανάγοντα σάκχαρα | 2 g |
| Μη ανάγοντα σάκχαρα | 0 g |

| | |
|---------------|-------------|
| Εδώδιμες Ίνες | 8 g |
| Πρωτεΐνες | 7 g |
| β-γλυκάνες | 10 g / kg |
| Λινολενικό | 0,3 g/ 100g |
| Λινολεϊκό | 1,6 g/100 g |

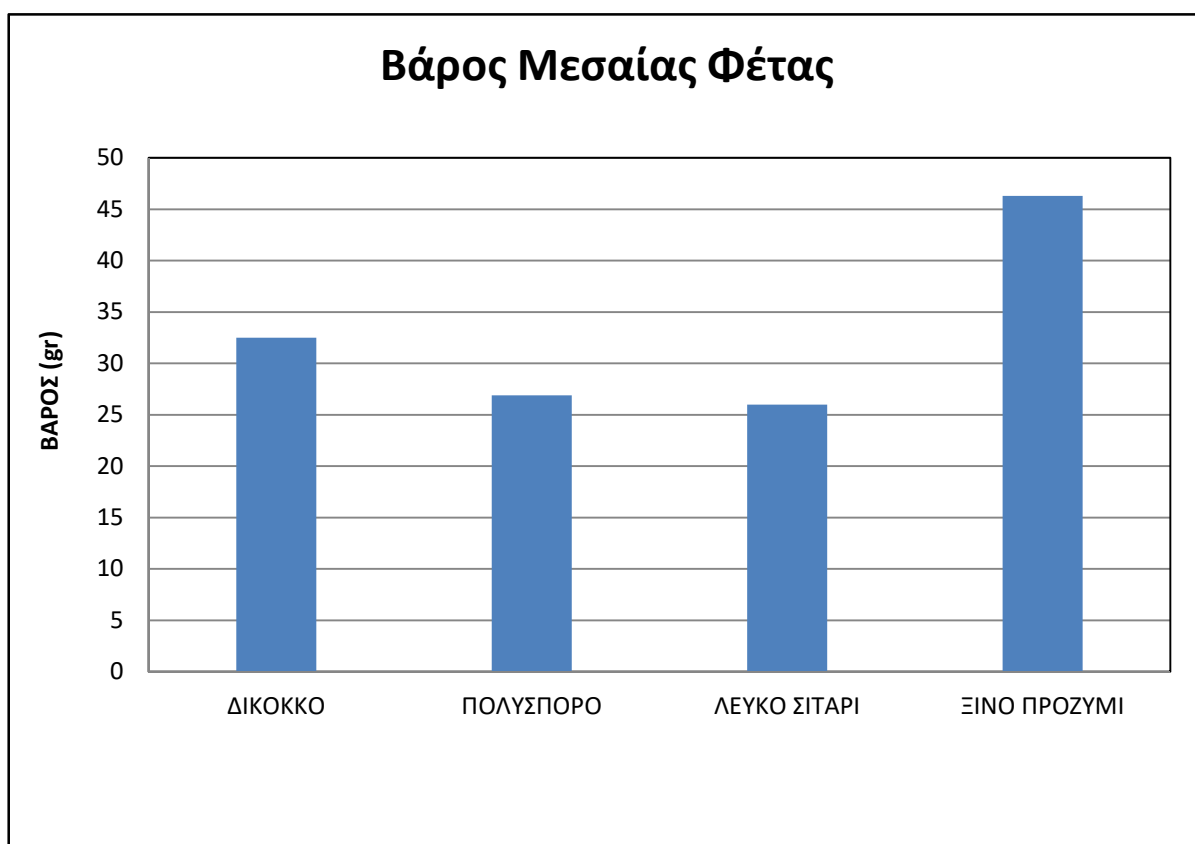
* Προϊόν Βιολογικής Γεωργίας

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΨΩΜΙΩΝ

4.1.1 ΒΑΡΟΣ ΦΕΤΑΣ ΨΩΜΙΩΝ

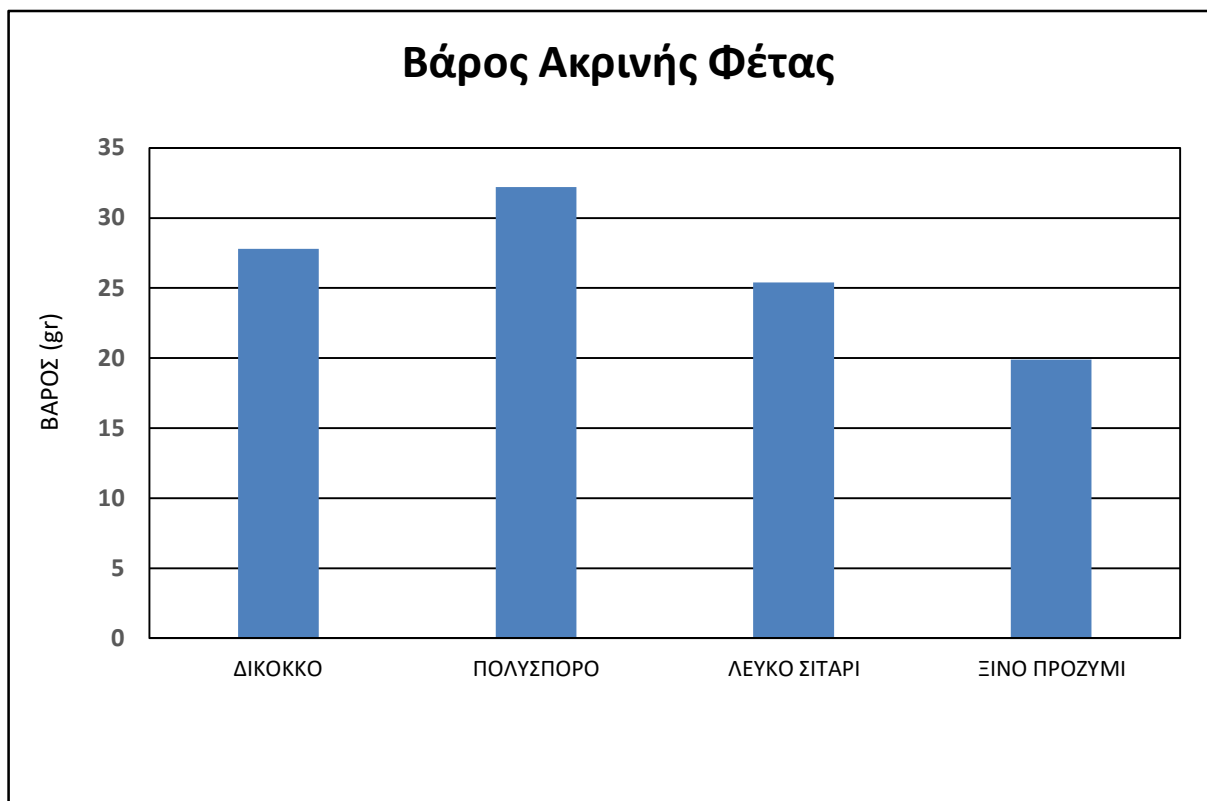
Στη μελέτη αυτή μελετήσαμε τα βάρη των ψωμιών που είναι συσκευασμένα σε σακούλες και κομμένα σε φέτες για τοστ. Για να μπορέσουμε να μετρήσουμε τα βάρη της φέτας ψωμιού πήραμε τις μεσαίες φέτες της κάθε συσκευασίας.



Σχήμα 1 : Το βάρος από τις μεσαίες φέτες στα 4 είδη ψωμιών.

Από το παραπάνω Σχήμα φαίνεται πως οι μεσαίες φέτες από το ψωμί με το ξινό προζύμι έχουν τον μεγαλύτερο βάρους. Ακολουθούν οι μεσαίες φέτες από το δίκοκκο ψωμί και οι φέτες από το πολύσπορο ψωμί. Το χαμηλότερο βάρος, σημειώθηκε στις μεσαίες φέτες από το ψωμί με το λευκό σιτάρι με μέσο όρο βάρους 26 gr. Επειδή κατά το ψήσιμο του ψωμιού η απώλεια σε υγρασία είναι διαφορετική ανάλογα με το σημείο το οποίο μελετάμε είναι απαραίτητο να μετρήσουμε το βάρος της φέτας στις άκρες των ψωμιών.

Παρακάτω φαίνεται το Σχήμα των μέσων όρων των βαρών των ακριανών φετών των ψωμιών σε συνάρτηση με τις κατηγορίες των ψωμιών του τοστ.



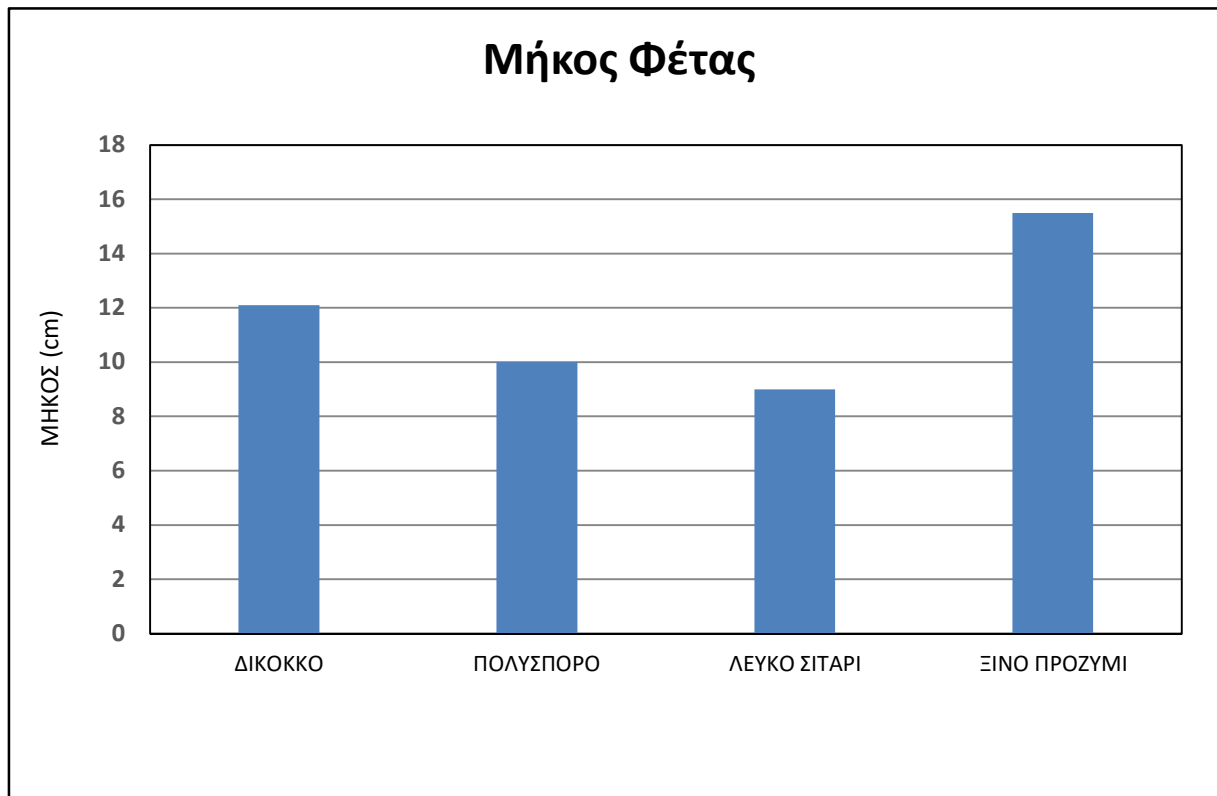
Σχήμα 2: Το βάρος από τις ακρινές φέτες στα 4 είδη ψωμιών.

Από το παραπάνω Σχήμα, διαπιστώνεται πως οι ακρινές φέτες από το πολύσπορο ψωμί έχουν τον μεγαλύτερο μέσο όρο βάρους 32,2 gr. Ακολουθούν οι ακρινές φέτες από το δίκοκκο ψωμί και οι φέτες από το ψωμί με το λευκό σιτάρι. Το χαμηλότερο βάρος, σημειώθηκε στις ακρινές φέτες από το ψωμί με το ξινό προζύμι με μέσο όρο.

Επομένως παρατηρούμε διαφοροποίηση ανάμεσα στις ακραίες φέτες και τις μεσαίες φέτες στα διάφορα είδη ψωμιών που προφανώς οφείλονται στη διαφορετική αναλογία ψίχας και κόρας και στο γεγονός ότι η διαφορετική σύσταση του ψωμιού συνεπάγεται διαφορετική συμπεριφορά ως προς τα παραγόμενα αέρια κατά το ψήσιμο και τη συγκράτηση υγρασίας.

4.1.2 ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΨΩΜΙΩΝ

Σήμερα στα ράφια των σπουπερμαρκετ υπάρχουν πολλά είδη ψωμιών του τοστ. Μεσα από αυτή την έρευνα καταλήγουμε ότι ανάλογα με τη συσταση του ψωμιού οι φέτες τους έχουν διαφορετικές διαστάσεις. Οι φέτες για κάθε ψωμί προέρχονται από διαφορετικές θέσεις.

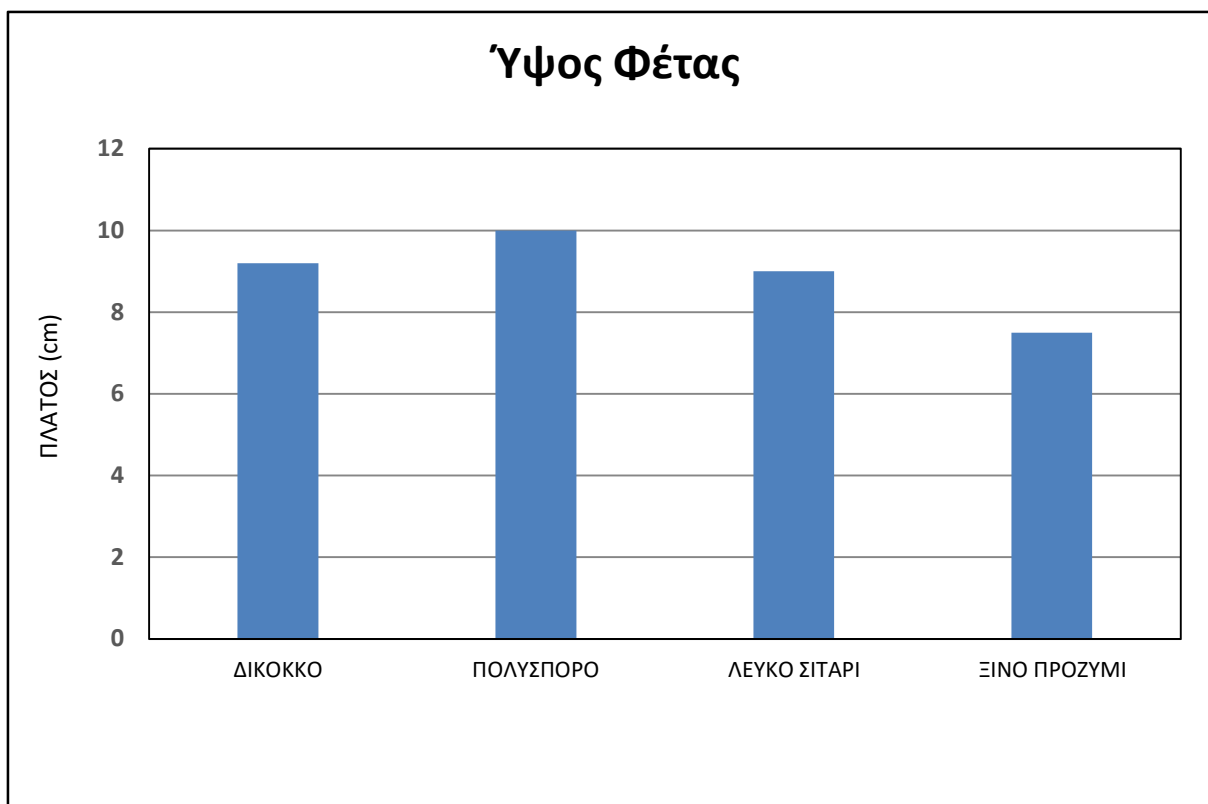


Σχήμα 3 : Μήκος φέτας από τα 4 είδη ψωμιών.

Από το παραπάνω Σχήμα, διαπιστώνεται πως οι φέτες από το ψωμί με το ξινό προζύμι, που έχουν επιλεγεί έχουν τον μεγαλύτερο μέσο όρο μήκους 15,5 cm. Ακολουθούν οι φέτες από το δίκοκκο ψωμί και οι φέτες του πολύσπορου ψωμιού. Τον μικρότερο μέσο όρο, τον σημείωσαν οι φέτες από το ψωμί με το λευκό σιτάρι.

4.1.3 ΎΨΟΣ

Μετρώντας στη συνέχεια και το ύψος των φετών πήραμε τα παρακάτω αποτελέσματα



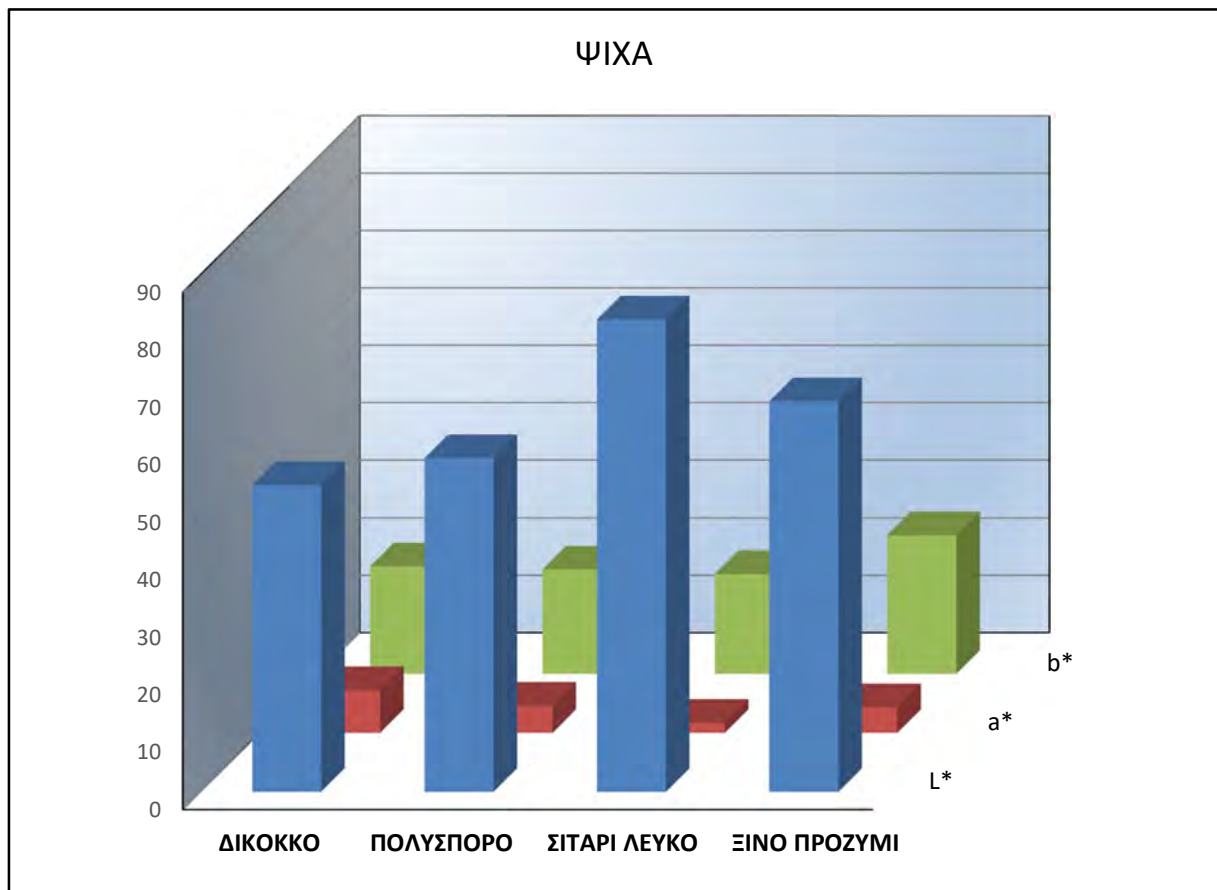
Σχήμα 4 : Ύψος φέτας από τα 4 είδη ψωμιών.

Στο παραπάνω Σχήμα, φαίνεται πως οι φέτες από το ξινό προζύμι ενώ είχαν το μεγαλύτερο ύψος σε σχέση με τις φέτες των υπολοίπων ψωμιών έχουν το μικρότερο ύψος. Οι φέτες του πολύσπορου ψωμιού εμφανίζουν το μεγαλύτερο ύψος σε σχέση με τα άλλα είδη ψωμιών. Ακολουθούν οι φέτες από το δίκοκκο ψωμί και οι φέτες του ψωμιού με λευκό σιτάρι.

4.2 ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΨΩΜΙΟΥ

4.2.1 ΜΕΤΡΗΣΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ

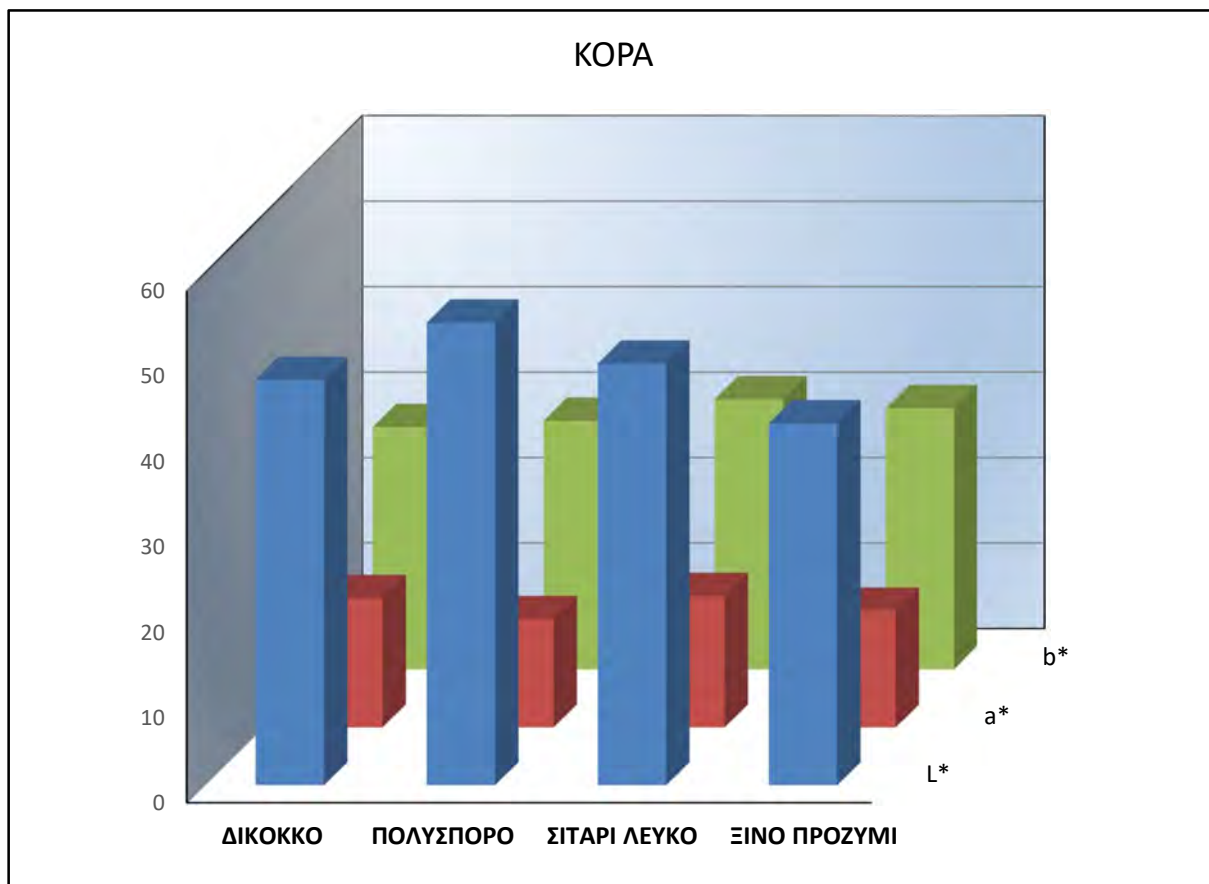
Στα τρόφιμα ένας βασικός παράγοντας ποιότητας είναι το χρώμα. Στην έρευνα αυτή μετρήσαμε το χρώμα των τεσσάρων κατηγοριών ψωμιού στο Τριστοχρωμικό σύστημα CIELAB με άξονες τα μεγέθη L^* , a^* , b^*



Σχήμα 5 : Μετρήσεις χρώματος στη ψίχα στα 4 είδη ψωμιών.

Στο Σχήμα 5 φαίνεται συγκεντρωτικά ότι όλοι οι παράμετροι του χρώματος σε συνάρτηση με τις κατηγορίες ψωμιών. Από τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στην ψίχα των τεσσάρων ειδών ψωμιού, παρατηρήθηκε πως η παράμετρος L^* : φωτεινότητα, παρουσίασε μεγαλύτερες τιμές στο ψωμί με το λευκό σιτάρι. Ακολουθεί το ψωμί με το ξινό προζύμι, το πολύσπορο και το δίκοκκο. Η παράμετρος χρωματικότητας a^* , που δείχνει πόσο κοκκινίζει ένα ψωμί, σημείωσε μεγαλύτερο μέσο όρο 7,46 στο δίκοκκο ψωμί.

Ακολουθεί το πολύσπορο ψωμί, το ψωμί με ξινό προζύμι και τέλος το ψωμί με το λευκό σιτάρι. Η παράμετρος χρωματικότητας b^* , που δείχνει πόσο κιτρινίζει ένα ψωμί, σημείωσε μεγαλύτερο μέσο όρο 24,18 στο ψωμί με το ξινό προζύμι. Ακολουθεί το δίκοκκο ψωμί, το πολύσπορο ψωμί και τέλος το ψωμί με το λευκό σιτάρι.

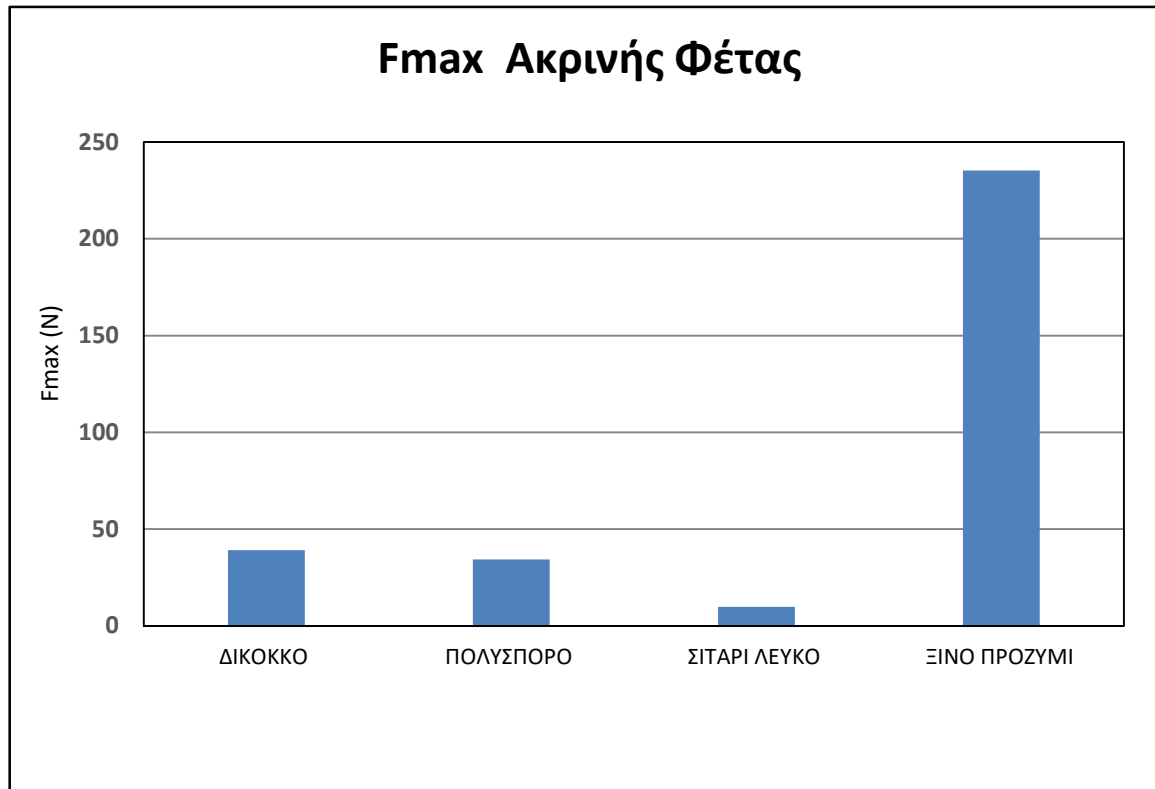


Σχήμα 6 : Μετρήσεις χρώματος στη κόρα στα 4 είδη ψωμιών.

Στο Σχήμα 6 φαίνεται από τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στην κόρα των τεσσάρων ειδών ψωμιού ότι η παράμετρος L: φωτεινότητα, παρουσίασε μεγαλύτερες τιμές στο πολύσπορο ψωμί, με μέσο όρο τιμών 54,25. Ακολουθεί το ψωμί με το λευκό σιτάρι, το δίκοκκο ψωμί και το ψωμί με το ξινό προζύμι. Η παράμετρος χρωματικότητας a^* , που δείχνει πόσο κοκκινίζει ένα ψωμί, σημείωσε μεγαλύτερη τιμή στο ψωμί με το λευκό σιτάρι. Ακολουθεί το δίκοκκο ψωμί, το ψωμί με ξινό προζύμι και τέλος το πολύσπορο ψωμί. Η παράμετρος χρωματικότητας b^* , που δείχνει πόσο κιτρινίζει ένα ψωμί, σημείωσε μεγαλύτερο μέσο όρο στο ψωμί με το λευκό σιτάρι. Ακολουθεί το ψωμί με το ξινό προζύμι, το πολύσπορο ψωμί και τέλος το δίκοκκο ψωμί.

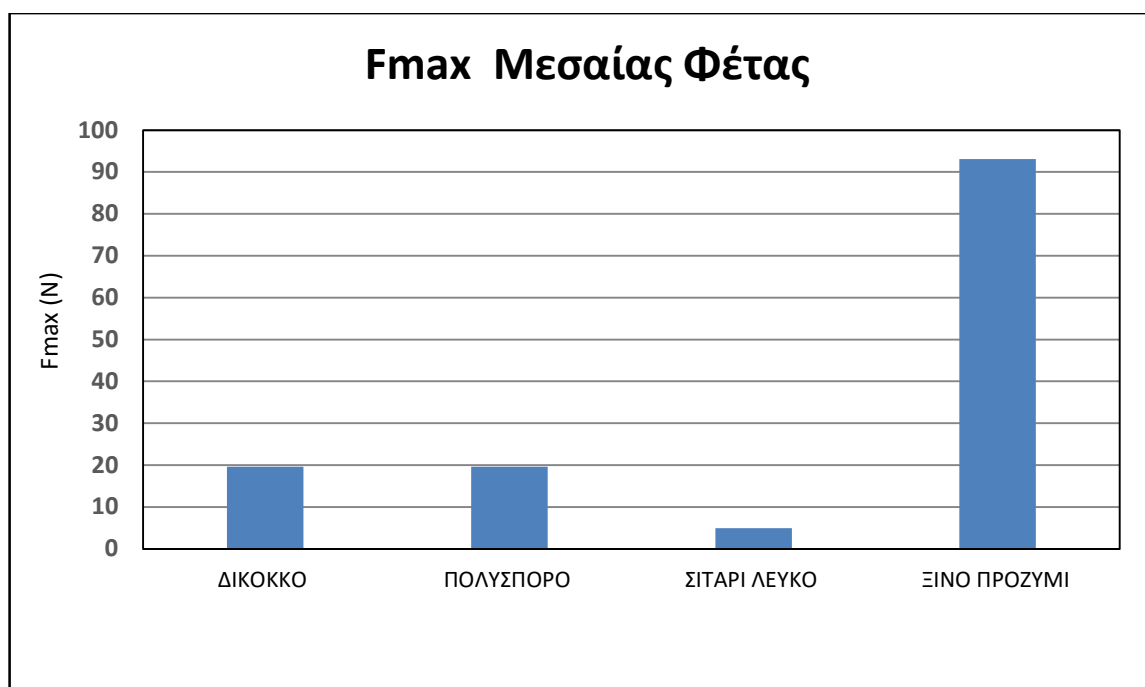
4.2.2 ΜΕΤΡΗΣΗ ΔΟΜΗΣ

Η σκληρότητα είναι βασικό χαρακτηριστικό της δομής



Σχήμα 7 : Η μέγιστη δύναμη στις ακρινές φέτες στα 4 είδη ψωμιών.

Από το παραπάνω Σχήμα, διαπιστώνεται πως οι ακρινές φέτες, από το ψωμί με ξινό προζύμι χρειάζονται να τους ασκηθεί μεγαλύτερη δύναμη για να παραμορφωθούν με μέσο όρο F_{max} 235,3 N. Ακολουθούν με μικρή διαφορά μεταξύ τους, οι ακρινές από το δίκοκκο ψωμί και από το πολύσπορο ψωμί. Την μικρότερη δύναμη παραμόρφωσης, χρειάζονται να τους ασκηθεί οι ακρινές φέτες από το ψωμί με το λευκό σιτάρι με μέσο όρο $\max stress$ 9,8 N.



Σχήμα 8: Η μέγιστη δύναμη στις μεσαίες φέτες στα 4 είδη ψωμίων.

Στο παραπάνω Σχήμα φαίνεται πως για οι μεσαίες φέτες από το ψωμί με ξινό προζύμι απαιτείται να τους ασκηθεί μεγαλύτερη δύναμη για να παραμορφωθούν, με μέσο όρο Fmax stress 93,1 N. Ακολουθούν, απο το δίκοκκο ψωμί και απο το πολύσπορο ψωμί. Την μικρότερη δύναμη παραμόρφωσης απαιτείται για τις φέτες με το ψωμί με λευκό αλεύρι.

Τόσο για τις ακριανές φέτες όσο και για τις μεσαίες η μεγαλύτερη δύναμη παραμόρφωσης απαιτείται για το ψωμί με Ξινό Προζύμι ενώ επίσης και για τα δύο είδη φέτας (μέση και άκρη) παρατηρήθηκε πως η μικρότερη δύναμη παραμόρφωσης απαιτείται για το ψωμί από λευκό σιτάρι.

4.2.3 Εύρος τιμών των διαστάσεων πόρων

Πίνακας 6 : Από τον παρακάτω Πίνακα ως συμπέρασμα βγαίνει, πως οι μεσαίες φέτες (1) (2) και οι ακρινές φέτες (1) (2) του πολύσπορου ψωμιού έχουν το μεγαλύτερο εύρος τιμών διαστάσεων πόρων.

| ΕΥΡΟΣ ΤΙΜΩΝ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ ΠΟΡΩΝ | ΔΙΚΟΚΚΟ | ΠΟΛΥΣΠΟΡΟ | ΛΕΥΚΟ ΣΙΤΑΡΙ | ΞΙΝΟ ΠΡΟΖΥΜΙ |
|------------------------------|-----------|-----------|--------------|--------------|
| ΜΕΣΑΙΕΣ ΦΕΤΕΣ (1) (2) | 0,2 - 0,8 | 0,2 - 1,9 | 0,2 - 1 | 0,3 - 1,3 |
| ΑΚΡΙΝΕΣ ΦΕΤΕΣ (1) (2) | 0,1 - 0,7 | 0,1 - 1,5 | 0,2 - 0,7 | 0,2 - 0,6 |

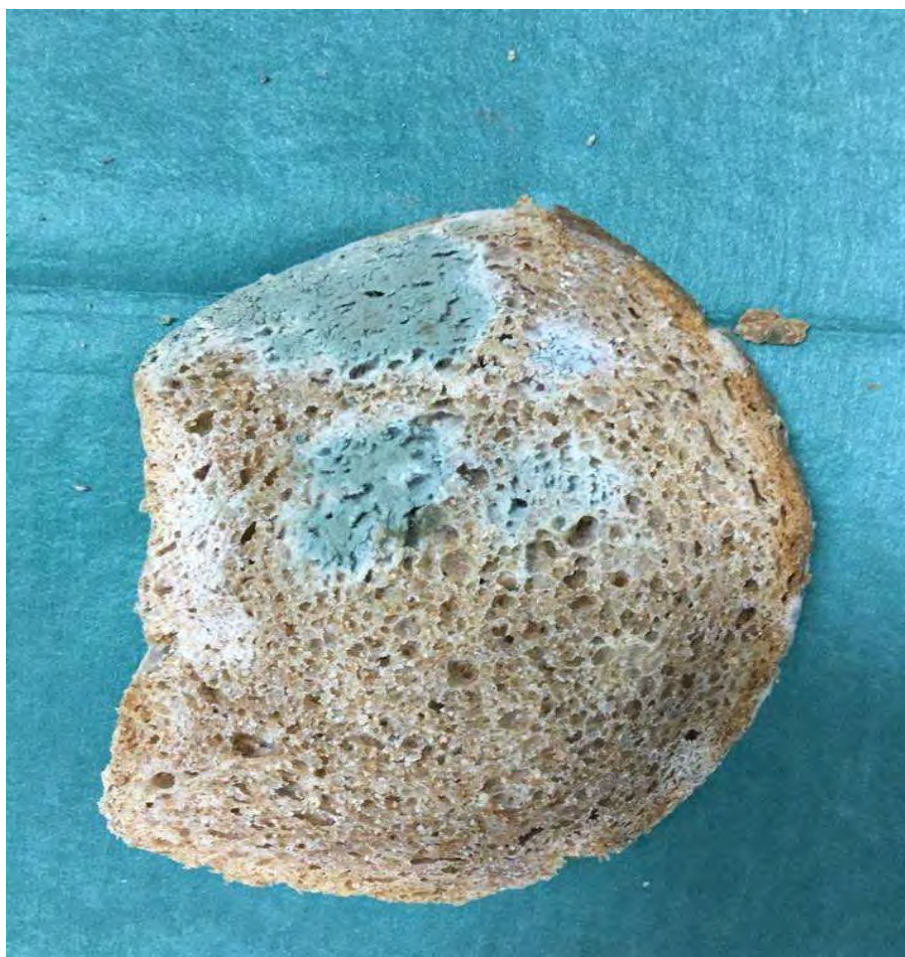
4.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

1 ΕΒΔΟΜΑΔΑ

Τα δείγματα από τα 4 είδη ψωμιών, αποθηκεύτηκαν στους 20 βαθμούς Κελσίου, αφού πρώτα χωρίστηκαν σε δυο ομάδες

A) Τα ψωμιά που παρέμειναν συσκευασμένα στη συσκευασία του εμπορίου

B) Τα ψωμιά που ανοίχθηκε η συσκευασία τους και εκτεθειμένα στις συνθήκες του περιβάλλοντος αποθηκεύτηκαν. Όλα τα δείγματα αποθηκεύτηκαν σε κλειστό και σκοτεινό χώρο.



Εικόνα 1 : Ανάπτυξη μούχλας στο πολύσπορο ψωμί, εκτός συσκευασίας, στο τέλος της πρώτης εβδομάδας.

Στην 1 ομάδα ψωμιών δεν ήταν ορατή καμία αλλοίωση μετά απο 1 εβδομάδα αποθήκευσης.

Στην 2 ομάδα ψωμιών, όπου οι συσκευασίες τους ανοίχθηκαν παρατηρήθηκαν αλλοιώσεις στο πολύσπορο ψωμί.

2 ΕΒΔΟΜΑΔΑ

Μετά από αποθήκευση των δειγμάτων από 2 εβδομάδες, στα ψωμιά της Ομάδας 1, που οι συσκευασίες ανοίχθηκαν εκείνη τη στιγμή, δεν παρατηρήθηκαν αλλοιώσεις στο ψωμί με λευκό σιτάρι, με ξινό προζύμι και με δίκοκκο.

Αλλοιώσεις παρατηρήθηκαν, οπτικά μόνο, στο πολύσπορο ψωμί (μούχλα).



Εικόνα 2 : Ανάπτυξη μούχλας στο πολύσπορο ψωμί, μετά το άνοιγμα της συσκευασίας, στο τέλος της δεύτερης εβδομάδας.

Στα δείγματα Ομάδας 2, δηλαδή στις ήδη ανοιγμένες συσκευασίες των 4 ειδών ψωμιών δεν παρατηρήθηκαν καθόλου οπτικά αλλοιώσεις στο ψωμί με ξινό προζύμι και στο ψωμί με λευκό σιτάρι. Στο δίκοκκο οπτικά δεν παρατηρείται αλλοίωση, παρά μόνο αλλοίωση στην οσμή.

Στο πολύσπορο ψωμί παρατηρήθηκαν πολύ μεγάλες αλλοιώσεις κατα την έκθεσή του σε συνθήκες περιβάλλοντος, απουσίας φωτός για 2 εβδομάδες.

Στον παρακάτω του Πίνακα 7, φαίνονται αναλυτικά οι αλλοιώσεις που εμφανίζουν τα 4 δείγματα ψωμιών μετά από τις διαφορετικές μεταχειρίσεις.



Εικόνα 3 : Μούχλα στο πολύσπορο ψωμί, εκτός συσκευασίας, στο τέλος της δεύτερης εβδομάδας.

Πίνακας 7 : Αλλοιώσεις στα συσκευασμένα και μη ψωμιά στο τέλος της πρώτης και της δεύτερης εβδομάδας

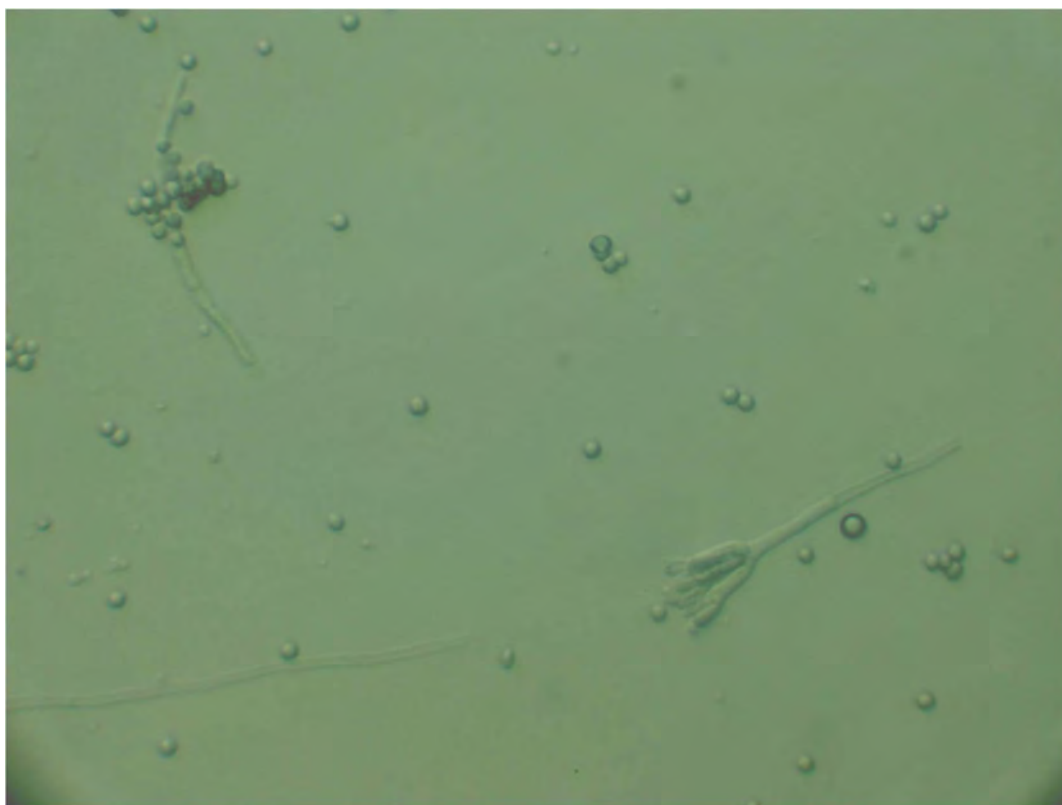
| 1 εβδομάδα Μικροσκοπικές Αλλοιώσεις | ΔΙΚΟΚΚΟ | ΠΟΛΥΣΠΟΡΟ | ΛΕΥΚΟ | ΞΙΝΟ |
|---|---------|-----------|--------|---------|
| | | | ΣΙΤΑΡΙ | ΠΡΟΖΥΜΙ |
| στα συσκευασμένα | ΟΧΙ | ΟΧΙ | ΟΧΙ | ΟΧΙ |
| στα μη συσκευασμένα | ΟΧΙ | ΝΑΙ | ΟΧΙ | ΟΧΙ |

| 2 εβδομάδα Μικροσκοπικές Αλλοιώσεις | ΔΙΚΟΚΚΟ | ΠΟΛΥΣΠΟΡΟ | ΛΕΥΚΟ ΣΙΤΑΡΙ | ΞΙΝΟ ΠΡΟΖΥΜΙ |
|--|---------------------------------------|------------------|-------------------------|-------------------------|
| στα συσκευασμένα | ΟΧΙ | ΝΑΙ | ΟΧΙ | ΟΧΙ |
| στα μη συσκευασμένα | ΝΑΙ ΜΟΝΟ ΣΤΗΝ ΟΣΜΗ | ΝΑΙ | ΟΧΙ | ΟΧΙ |

4.4 ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

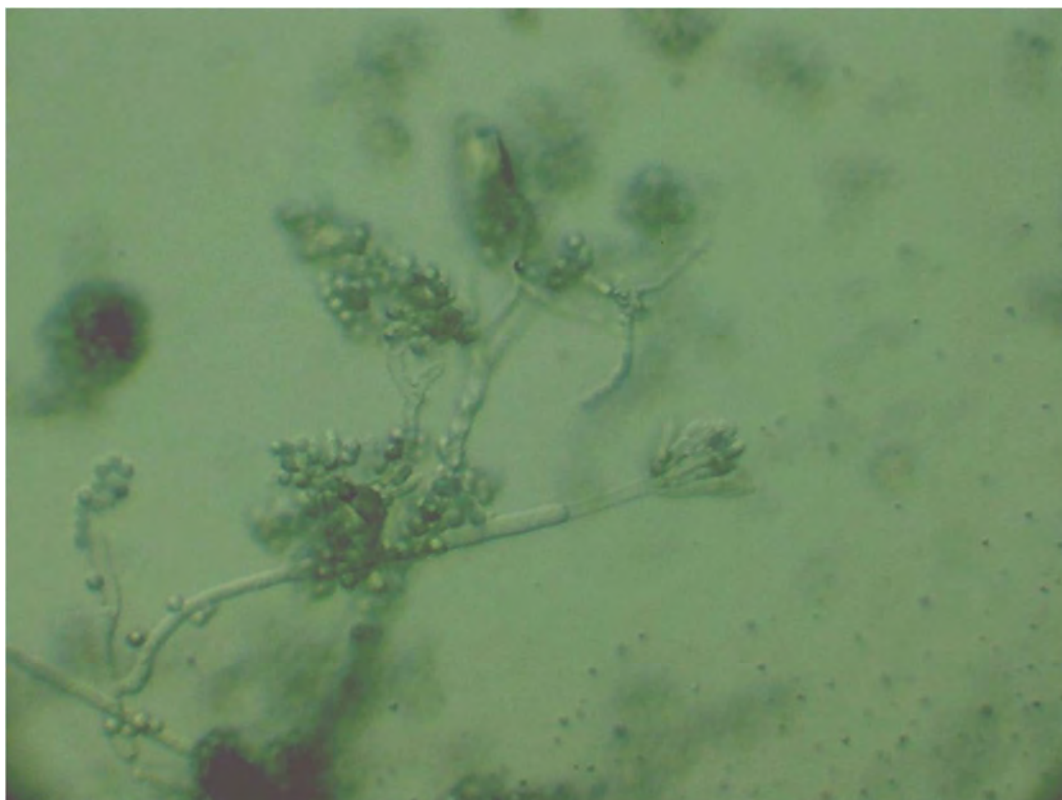
Στο τέλος της δεύτερης εβδομάδας παρατηρήθηκαν με την χρήση ηλεκτρονικού μικροσκοπίου μέσω παρασκευής δειγμάτων τυχόν αλλοιώσεις ως προς την συντήρηση των ψωμιών. Παρασκευάστηκαν δείγματα από 8 στο σύνολο ψωμιά, τα 4 συσκευασμένα σε πλαστική συσκευασία και τα 4 που είχαν ανοιχθεί από την πρώτη μέρα της πρώτης βδομάδας.

Στα 3 είδη ψωμιών, δεν βρέθηκε μέσω του ηλεκτρονικού μικροσκοπίου, κάποιος μικροοργανισμός που να έχει προκαλέσει, κάποια αλλοίωση στα ψωμιά η οποία να βρίσκεται αρχικό στάδιο και να μην είναι δυνατό να φανεί με γυμνό μάτι, αρχικά. Στο μόνο ψωμί που είχαμε καθαρή εικόνα αν το έχει προσβάλλει κάποιος μικροοργανισμός ήταν το πολύσπορο, αφού αυτό φαινόταν ακόμη και με γυμνό μάτι. Με τη βοήθεια του ηλεκτρονικού μικροσκοπίου, έγινε η ταυτοποίηση του μικροοργανισμού που προσέβαλε και αλλοίωσε το πολύσπορο ψωμί. Ο συγκεκριμένος μύκητας, συναντάται πολύ συχνά σε αλλοιώσεις που παρουσιάζουν διάφορα αρτοσκευάσματα. Είναι μύκητας, το γνωστό πενικίλιο, όπως φαίνεται και στις εικόνες παρακάτω.



Εικόνα 4: Ανάπτυξη μύκητα σε πολύσπορο εκτός συσκευασίας

Στις Εικόνες 4 και 5 παρατηρούμε την ανάπτυξη μυκητών σε πολύσπορα ψωμιά, που βρίσκονται εκτός συσκευασίας.



Εικόνα 5: Ανάπτυξη μύκητα σε πολύσπορο εκτός συσκευασίας

5.ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Τα βασικά ποιοτικά χαρακτηριστικά του ψωμίου χρώμα και δομή παρατηρήσαμε σημαντικές διαφορές και στα τέσσερα είδη ψωμιού

Σε έρευνα που έγινε σε άλευρο αραβόσιτου όπου προστέθηκε φθορίζον λευκαντικό, που αποτελεί βιομηχανικό λευκαντικό των άλευρων βρέθηκε ότι η φωτεινότητα αυξήθηκε όταν προστέθηκε ποσότητα μέχρι 30mg/g. Στην ποσότητα των 100mg/g, άρχισε το αλεύρι του αραβόσιτου να γίνεται πιο πρασινωπό. Γενικά, με την αύξηση της συγκέντρωσης σε φθορίζον λευκαντικό στο αλεύρι, η τιμή L αυξανόταν και οι τιμές a,b μειωνόντουσαν (Xiao-Xi_Guo, 2015).

Σε μία άλλη έρευνα που έλαβε χώρα στην ψίχα τριών 3 ειδών ψωμιών, που το πρώτο περιείχε νερό, προζύμι, το δεύτερο ήταν εμπλουτισμένο με υδατοδιαλυτές πρωτείνες και πεντοσάνες και το τρίτο εμπλουτισμένο με υδατοδιαλυτές πρωτείνες, πραγματοποιήθηκε μέτρηση χρώματος που έδειξε ότι η φωτεινότητα ήταν μεγαλύτερη στο τρίτο ψωμί, η παράμετρος a στο δεύτερο και η παράμετρος b στο τρίτο. Γενικά, με την προσθήκη υδατοδιαλυτών πρωτεϊνών, το άμυλο αποδομείται και γίνεται πιο λευκό και για αυτό τον λόγο το τρίτο ψωμί παρουσίασε μεγαλύτερη L: φωτεινότητα (Dimitrios_Fessas, 1998). Στη παρούσα έρευνα το πολύσπορο ψωμί εμφάνισε την μεγαλύτερη ένταση στη φωτεινότητα σε σχέση με τα υπόλοιπα είδη ψωμιού.

Επίσης η προσθήκη 2 στελεχών β-γλυκάνης σε ψωμί, έπειτα από μέτρηση χρώματος, παρατηρήθηκε πως η φωτεινότητα L, μειωνόταν, γιατί το ψωμί σκούραине. Η παράμετρος a αυξανόταν σταδιακά, ενώ η b παρέμενε σε σταθερά επίπεδα με μικρές διακυμάνσεις (A._Skendi, 2009). Πρόκειται για μια σειρά από μεταβολές που λαμβάνουν χώρα στο ψωμί τόσο κατά τη ζύμωση όσο και κατά το ψήσιμο του που οδηγούν στις χρωματικές διαφοροποιήσεις όπως έχουν αντικατοπτρίζουν τις διαφορές στη σύσταση όπως συμβαίνει και με τα ψωμιά της παρούσας έρευνας.

Από τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν, παρατηρήθηκε (Σχήμα 5, 6) πως η παράμετρος φωτεινότητας (L: lightness), είναι μεγαλύτερη στο λευκό ψωμί του τοστ, σε όλες τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στην ψίχα, σε σχέση με τα υπόλοιπα είδη ψωμιών. Αυτό είναι λογικό, γιατί το λευκό ψωμί του τοστ , είναι πιο λευκό σε χρώμα στην ψίχα, σε

σχέση με τα υπόλοιπα είδη ψωμιών και ανακλά περισσότερο φως. Το ίδιο ισχύει και για τις μετρήσεις, που πραγματοποιήθηκαν στην κόρα. Επίσης τα ψωμιά που είχαν τις πιο υψηλούς παραμέτρους φωτεινότητας, τα πιο ανοιχτά σε χρώμα δηλαδή, συντηρήθηκαν καλύτερα σε σχέση με τα πιο σκουρόχρωμα. Το ψωμί με ξινό προζύμι, που είχε την μεγαλύτερη φωτεινότητα, έχει την ιδιότητα, να συγκρατεί την υγρασία, και αυτό βοηθάει στο να διατηρηθεί για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.

Η παράμετρος χρώματος *a*, που δείχνει πόσο κοκκινίζει (θετικές τιμές) ή πρασινίζει (αρνητικές τιμές) ένα τρόφιμο, είναι μεγαλύτερη στο δίκοκκο ψωμί, στην ψίχα, σε όλες τις μετρήσεις. Ανάλογα και στην κόρα, στο κέντρο πιο πολύ κοκκινίζει το λευκό ψωμί του τοστ με μικρή διαφορά από το δίκοκκο, και το πολύσπορο ψωμί.

Η παράμετρος χρώματος *b*, που δείχνει πόσο κίτρινο (θετικές τιμές) ή μπλε (αρνητικές τιμές) είναι ένα τρόφιμο, είναι μεγαλύτερη στο ψωμί με το ξινό προζύμι, και συγκεκριμένα στην ψίχα. Άρα, το ψωμί με το ξινό προζύμι, στην ψίχα του, είναι πιο κίτρινο σε σχέση με τα υπόλοιπα είδη ψωμιών. Αντίστοιχα, από τις μετρήσεις, που πραγματοποιήθηκαν, σε διάφορα σημεία της κόρας το λευκό ψωμί του τοστ, κιτρινίζει στην κόρα περισσότερο, σε σχέση με τα υπόλοιπα είδη ψωμιών. Όσον αφορά, τις παραμέτρους χρωματικότητας *a*, *b* στο πείραμά μας, παρατηρούμε πως τα ψωμιά που παρουσίασαν μεγαλύτερη παράμετρο *a*, δεν συντηρήθηκαν τόσο καλά, δηλαδή τα πιο σκούρα ψωμιά << κοκκινίζουν >> περισσότερο σε χρώμα σε σχέση με τα πιο ανοιχτόχρωμα. Αυτό οφείλονταν και στις μη ενζυμικές αντιδράσεις και συγκεκριμένα τις αντιδράσεις Maillard.

Απο την μελέτη επιστημονικών άρθρων, που αναλύθηκε η δομή διαφόρων ειδών ψωμιών, παρατηρήθηκε ότι κατά την προσθήκη ζυμομηκυτών, σε ζύμες με βάση το ρύζι και προσθήκη συμπυκνωμάτων (1/3) (1/6) β-γλυκάνης που προέρχονται από διαλυτούς ζυμομήκυτες σε νερό (SBG) και αδιάλυτους σε νερό (IBG)ε και εκχυλίσματος μανιταριού (*Pleurotus Ostreatus*) (FBG) οι δομές των ψωμιών άλλαζαν. Οι εμπλουτισμένες με SBG ζύμες ήταν λιγότερο σταθερές και εμφάνιζαν χαμηλότερη αντίσταση στην παραμόρφωση (max stress) από ότι οι ζύμες FBG και IBG. Επίσης, στα ψωμιά η προσθήκη των τύπων (1/3) (1/6) β-γλυκάνης, οδήγησε στη μείωση της σκληρότητας της δομής και αύξησε τον χρόνο ζωής (Sandra_Perez-Quirce, 2018). Στην παρούσα ερευνητική εργασία το ψωμί με την μικρότερη σκληρότητα ήταν αυτό που παρασκευάστηκε από λευκό αλεύρι ενώ αυτό που εμφάνισε μεγαλύτερη σκληρότητα ήταν το ψωμί από ξινό προζύμι.

Πιο αναλυτικά από τα αποτελέσματα αυτής της διατριβής παρατηρήθηκε στο δικό μας πείραμα, πως οι ακρινές φέτες και οι μεσαίες φέτες από το ψωμί με ξινό προζύμι χρειάζονται τη μεγαλύτερη δύναμη για να παραμορφωθούν και την μικρότερη δύναμη οι φέτες με το λευκό σιτάρι σε σχέση με τα υπόλοιπα είδη ψωμιών. Το ψωμί με το ξινό προζύμι χρειάζεται μεγαλύτερη δύναμη για να παραμορφωθεί λόγω του αλεύρου από σκληρό σιτάρι ολικής που περιέχει και του σιμιγδαλένιου αλεύρου που προέρχεται επίσης από σκληρό σιτάρι. Επίσης, ένας άλλος λόγος είναι και το ποσοστό της γλουτένης που περιέχει το ψωμί με ξινό προζύμι, που είναι μεγαλύτερο σε σχέση με τα υπόλοιπα είδη ψωμιών. Το λευκό ψωμί του τοστ χρειάζεται τη μικρότερη δύναμη για να παραμορφωθεί λόγω του ότι περιέχει αλεύρι από μαλακό σιτάρι και διάφορα έλαια όπως φοινικέλαιο.

Ακόμα η προσθήκη υδροκολλοειδών επίσης μεταβάλλουν την σκληρότητα στα ψωμια. Σε έρευνα που έγινε το 2018 από τον Horstmann χρησιμοποιήθηκαν έξι υδροκολλοειδή (κόμμι γκουαρ, υδροξυπροπυλομεθυλοκυτταρίνη, κόμμι χαρουπιού, πηκτίνη, αλγινικό νάτριο, κόμμι ξανθάνης) σε πέντε διαφορετικές συγκεντρώσεις (0%, 25%, 0,5%, 1%, 1,5%, 2%) για να αντισταθμίσουν την έλλειψη γλουτένης σε ζύμες. Το ψωμί με το κόμμι ξανθάνης 2%, ήταν το πιο μαλακό στη δομή και το πιο σκληρό αυτό με το κόμμι χαρουπιού 1%. Αυτές οι διαφορές συνέβησαν εξαιτίας του διαφορετικού φορτίου και μοριακού βάρους των υδροκολλοειδών (S.W._Horstmann, 2018). Υπάρχουν επίσης ψωμιά όπου το αλεύρι σίτου αναμιγνύεται με υδατάνθρακες και γλυκαντικές ύλες για να ληφθούν σύνθετα γλυκά ψωμιά. Οι μετέπειτα συγκρίσεις των ψωμιών είχε σαν αποτέλεσμα την μεγαλύτερη σκληρότητας του σε σχέση με το ψωμί που περιέχει μόνο αλευρο σίτου. (Facundo_Bigne, 2018).

Είναι λοιπόν φανερό πως και η ποσότητα σε βασικά συστατικά όπως το άμυλο ή πρωτεΐνες μπορούν να αλλάξουν τα δομικά χαρακτηριστικά των ψωμιών όπως για παραδειγμα έχουμε εντοπίσει ανάμεσα στο ψωμί από λευκό αλεύρι και το πολύσπορο.

Η αξιολόγηση των ρεολογικών ιδιοτήτων της ζύμης και της τελικής ποιότητας του ψωμιού που παρασκευάστηκε από τρεις 3 αρχαίες ποικιλίες (Frankenkorn, Schwabenkorn, Oberkulmer) και σύγχρονων 6 σειρών σπόρου, για να συγκριθεί στο τέλος η ζύμη και το τελικό προϊόν από μαλακό σιτάρι. Μας δείχνει πως η ποικιλία σίτου επίσης καθορίζει την ένταση της αντίστασης στη συμπίεση. (A._Sobczyk, 2017).

Σε επιστημονικές έρευνες, που σχετίζονται με την μακροπρόθεσμη συντήρηση του ψωμιού και την ανάπτυξη μούχλας σε αυτό, παρατηρήθηκε ότι σε αλλοιωμένα ψωμιά, είδη

Penicillium που εμφανίστηκαν είναι μακράν τα πιο κοινά. Ωστόσο, η κυρίαρχη χλωρίδα αλλοίωσης ποικίλλει ανάλογα με τον τύπο του ψωμιού και τη θερμοκρασία αποθήκευσης. Έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί σε φυσικά μουχλιασμένα ψωμιά, έχουν αποφέρει σε δείγματα μόνο αφλατοξίνες και την ωχρατοξίνη A. Η αύξηση της μούχλας στο ψωμί μπορεί να μειωθεί με προσοχή στην υγιεινή στο ψήσιμο στον φούρνο για να μειωθεί η πιθανότητα να αποκτήσουν πρόσβαση στο προϊόν σπόρια μούχλας, η εφαρμογή καταλληλούς συσκευασίας σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα, η χρήση συντηρητικών (σορβικό οξύ, αιθανόλη, προπιονικά), (J._D._Legan, 1993).

Επίσης επιπτώσεις της μερικής αρτοποιίας και της ψύξης στην ποιότητα του ψωμιού (Barbari), με στόχο να διερευνηθεί μια νέα διαδικασία παραγωγής και αποθήκευσης. Σε αυτή την έρευνα, δείγματα ψήθηκαν σε διαφορετικούς χρόνους ψησίματος (2, 4, 6, 8, 10, 12 min) Στη συνέχεια, το ψωμί καταψύχεται στους -30°C και διατηρείται στους -18°C για τέσσερις μήνες. Ο καταλληλότερος χρόνος για το μερικό ψήσιμο ήταν 6 λεπτά. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η κατάψυξη μπορεί να αποτρέψει ορισμένες χημικές και ενζυμικές αντιδράσεις καθώς και τη μικροβιακή ανάπτυξη εξαιτίας της απενεργοποίησης του ελευθέρου νερού στο ψωμί. Στο χρώμα των δειγμάτων, κατά την διάρκεια αποθήκευσης, δεν υπήρχε σημαντική επίδραση. Επίσης, η σκληρότητα του ψωμιού, αυξήθηκε κατά την κατάψυξη, λόγω της απώλειας βάρους, ειδικά κατά τον τελευταίο μήνα αποθήκευσης. Επιπλέον, επιβεβαιώθηκε ότι είναι δυνατόν να παραταθεί η διάρκεια ζωής ψωμιού (Barbari) από μερικές μέρες ως μερικούς μήνες, χρησιμοποιώντας την τεχνολογία μερικού ψησίματος και τη μέθοδο αποθήκευσης κατάψυξης (Pegah_Sadeghi_Vasafi, 2019).

Μελέτη σε λιποσώματα, τα οποία έχουν αποκτήσει μεγάλο ενδιαφέρον για την βιομηχανία τροφίμων και την φαρμακευτική βιομηχανία ως κολλοειδείς φορείς βιοενεργών ενώσεων. Σε αυτό το πείραμα, λιποσώματα φωσφατιδυλοχολίνης (PC) και ελαϊκού οξέος (OA) που περιέχει το εκχύλισμα σκόρδου (GE) αναπτύχθηκαν για να προσδιορίσουν την ικανότητά τους, ως αντιμυκητιασικό παράγοντα στο ψωμί σταριού. Η in vitro αντιμυκητιασική εξέταση, έδειξε αξιοσημείωτες ανασταλτικές ιδιότητες, έναντι επιλεγμένων μυκητιασικών στελεχών σε ψωμί που είχε προστεθεί (GE). Η GE (0,65mL/100g ζύμης) ήταν μικροβιολογικώς πιο σταθερή σε σύγκριση με τους μάρτυρες, δείχνοντας αναστολή της ανάπτυξης μούχλας για 5 μέρες. Ως εκ τούτου, τα λιποσώματα, που σχηματίστηκαν με OA και GE έδειξαν πως δρουν πιθανότατα, ως φυσικοί αντιμυκητιασικοί παράγοντες σε προϊόντα αρτοποιίας (Cristian_Mauricio_Barreto_Pinilla, 2019).

Επίσης μελετήθηκε η αντιμυκητιασική δράση του αιθέριου ελαίου μουστάρδας (ΕΟ) μόνη της και σε συνδυασμό αυτού με το αιθέριο έλαιο κανέλλας. Ένα ευρύ φάσμα επιπέδων αντίστασης παρατηρήθηκαν μεταξύ διαφορετικών στελεχών ειδών μούχλας, όπως το *R.stolonifer* που είναι το πιο ανθεκτικό. Στο ψωμί που προστέθηκε εκχύλισμα μουστάρδας έδειξε μεγαλύτερο αντιμυκητιασικό αποτέλεσμα. Η διάρκεια ζωής του ψωμιού που εμβολιάστηκε με το *R.stolonifer* και το μη εμβολιασμένο αυξήθηκε κατά 3-4 μέρες στους 25 βαθμούς Κελσίου, ενώ στους 4 βαθμούς Κελσίου, ο χρόνος ζωής στο ράφι αυξήθηκε πέραν από 50 ημέρες. Ωστόσο, ο συνδυασμός (100:8 κανέλλα και μουστάρδα αντίστοιχα). Ο συνδυασμός αυτός, διατήρησε την ίδια αντιμυκητιασική δραστηριότητα που παρουσιάζεται από την μουστάρδα (ΕΟ) από μόνη της και ταυτόχρονα κάλυψε την γεύση μουστάρδας, παρέχοντας θετικά αποτελέσματα σε δοκιμές αποδεκτικότητας. Ως εκ τούτου, προτείνεται ο συνδυασμός των ελαίων σε βιομηχανική κλίμακα για την καλύτερη και μακροπρόθεσμη συντήρηση του ψωμιού (Isabel_Clemente, 2019).

Τέλος η εφαρμογή αντι-μικροβιακών παραγόντων σε συνδυασμό με κατάλληλες συσκευασίες μπορούν να επιμηκύνουν τη διάρκεια ζωής του ψωμιού.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα αποτελέσματα της παρούσης έρευνας, ως συμπέρασμα βγαίνει πως το ψωμί με ξινό προζύμι και το λευκό ψωμί του τοστ συντηρούνται καλύτερα, σε σχέση με το πολύσπορο ψωμί που παρουσίασε μεγάλες αλλοιώσεις και σε σχέση με το ψωμί με το δίκοκκο αλεύρι, που μόνο στην οσμή παρατηρήθηκαν μικρές αλλαγές. Όσον αφορά, το πολύσπορο ψωμί που παρουσίασε τις μεγαλύτερες αλλοιώσεις και ανάπτυξη μούχλας, οφείλεται στο ότι εμπεριείχε πολλούς, διαφορετικούς τύπους αλεύρων και πολλούς ελαιούχους σπόρους, οι οποίοι απελευθερώνουν στο ψωμί πολλή υγρασία, σε σχέση με τα ψωμιά που δεν περιέχουν σπόρους. Οι ελαιούχοι καρποί, λόγω των λιπαρών οξέων που περιέχουν δημιουργούν ένα πιο υγρό και άρα πιο ευνοϊκό περιβάλλον για την ανάπτυξη μυκήτων - μούχλας στο ψωμί. Όσον αφορά το ψωμί με το ξινό προζύμι και την συντήρησή του είναι γνωστό, πως το προζύμι είναι αποτελεί μια συμβιωτική καλλιέργεια μικροοργανισμών που <<τρέφεται>>, με αλεύρι και νερό. Οι βασικότεροι μικροοργανισμοί που υπάρχουν σε ένα κλασσικό προζύμι για ψωμί ,ανήκουν στις εξής οικογένειες *Saccharomyces* *Lactic acid bacteria* *Acetic acid bacteria*. Ο σακχαρομύκητας αποτελεί τον κύριο υπεύθυνο της παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και αιθανόλης (αλκοόλ), του αερίου δηλαδή που διογκώνει το ψωμί, και τα βακτήρια είναι υπεύθυνα για την παραγωγή των αντίστοιχων οξέων, που δίνουν την χαρακτηριστική όξινη γεύση, στο ψωμί με ξινό προζύμι. Ο σακχαρομύκητας είναι ο πρώτος που εμφανίζεται, παράγοντας διοξείδιο του άνθρακα και αλκοόλ. Ένα στέλεχος λακτοβάκιλου εμφανίζεται περίπου στο τέλος της βδομάδας, συμπληρώνοντας τις προϋποθέσεις για μια ισορροπημένη καλλιέργεια, παράγοντας οξέα και δίνοντας στο ψωμί μια χαρακτηριστική όξινη μυρωδιά. Η διάρκεια ζωής ενός ψωμιού με προζύμι είναι πολύ μεγαλύτερη από πολλά είδη ψωμιών, κυρίως λόγω των οξέων τα οποία δυσκολεύουν τους ανεπιθύμητους οργανισμούς να αναπτυχθούν (spelta_organics, 2016).

Το Οξικό οξύ, το οποίο παρεμποδίζει την ανάπτυξη μούχλας, παράγεται κατά την παρασκευή του βιολογικού φυσικού προζυμιού. Έτσι, λειτουργεί ως φυσικό συντηρητικό, αποτρέποντας την ανάπτυξη ανεπιθύμητων μικροοργανισμών. Πολύ σημαντικό λαμβάνοντας υπόψη τα τοξικά συντηρητικά, τα οποία προστίθενται στη βιομηχανία τροφίμων σήμερα (spelta_organics, 2016).

Όσον αφορά το λευκό ψωμί του τοστ και τη συντήρηση του, είναι γνωστό πως το ασκορβικό οξύ που αναγράφεται στη συσκευασία του που περιέχει, αυξάνει το χρόνο συντήρησης στα τρόφιμα. Το ασκορβικό οξύ χρησιμοποιείται κυρίως ως αντιοξειδωτικό, το οποίο μπορεί να προσφέρει πολλαπλά οφέλη σε πολλά προϊόντα διατροφής. Η επιβράδυνση της οξείδωσης διατηρεί το χρώμα και διατηρεί τη φρεσκάδα του τροφίμου επίσης. Το χαμηλό pH του ασκορβικού οξέος είναι δυνατόν, να αποτρέψει την ανάπτυξη μικροοργανισμών και πιο συγκεκριμένα μικροβίων, αποτρέποντας έτσι την αλλοίωση και τη διατήρηση της φρεσκάδας. Για τους λόγους αυτούς, το ασκορβικό οξύ είναι ένα πολύ γνωστό συντηρητικό φυσικών συστατικών

Επίσης, και τα οξικά άλατα του νατρίου, περιορίζουν την εμφάνιση και ανάπτυξη μούχλας, μιας και είναι γνωστό πως στη βιομηχανία τροφίμων, χρησιμοποιούνται ως ρυθμιστές της οξύτητας. Δηλαδή, μεταβάλλουν και ρυθμίζουν, την οξύτητα ή την αλκαλικότητα, του τροφίμου. Στην προκειμένη περίπτωση, κάνουν το λευκό ψωμί του τοστ, πιο αλκαλικό, διότι οι μύκητες, αναπτύσσονται με πιο βραδείς ρυθμούς σε ένα πιο αλκαλικό περιβάλλον.

Επίσης έναν πολύ σημαντικό ρόλο διαδραμάτισε και η πλαστική συσκευασία των ψωμιών. Γενικά, η πλαστική συσκευασία, παρείχε προστασία από εξωτερικούς παράγοντες σε όλα τα είδη ψωμιών, πιο συγκεκριμένα, τα 2 είδη ψωμιών που δεν ανοίχθηκαν οι πλαστικές συσκευασίες συντηρήθηκαν καλύτερα, σε σχέση με τα 2 είδη που ανοίχθηκαν οι συσκευασίες εξαρχής. Το ψωμί με το δίκοκκο αλεύρι και το πολύσπορο ψωμί. Συνεπώς στα 2 είδη ψωμιών, η πλαστική συσκευασία έπαιξε ακόμη σημαντικότερο ρόλο ως προς την συντήρησή τους, διότι δεν τα προστάτεψε μόνο από εξωτερικούς παράγοντες αλλά και από την συγκράτηση της υγρασίας και φαινόμενα οξείδωσης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

A. Skendi , 2009. Effects of two barley b-glucan isolates on wheat flour dough and bread properties. *Food Chemistry*, pp. 1-9.

A. Sobczyk, 2017. Evaluation of the rheological properties of dough and quality of bread made with the flour obtained from old cultivars and modern breeding lines of spelt (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*). *Journal of Cereal Science*, pp. 1-7.

Abdel-Aal E.-S, 1998. *Origins, characteristics and potentials of ancient wheats*. s.l.:Cereal Food World 43.

Borlaug, (2007)Sixty-two years of fighting hunger: personal recollections *Euphytica*, 157 , pp. 187-197

Al-Bawardy, D.C. Codipilly, A. Rubio-Tapia, D.H. Bruining, S.L.Hansel, J.A. Murray,(2017) Celiac disease: A clinical review, *Abdominal Radiology* (NY), pp. 351-360

Carlo A. Cozzolino, 2017. Preservation of bread-made museum collections by coating technology. *Journal of Cultural Heritage*, pp. 1-6.

Carolyn_F._Katzin, 2014. *The Everything Cance, r-Fighting Cookbook (Everything (Cooking))*. Material επιμ. s.l.:Karen Cooper.

Cristian Mauricio Barreto Pinilla, 2019. Antifungal properties of phosphatidylcholine-oleic acid liposomes encapsulating garlic against environmental fungal in wheat bread. *International Journal of Food Microbiology*, pp. 1-7.

Effects of prebiotic inulin-type fructans on structure, quality, sensory acceptance and glycemic response of gluten free breads, *Food & Function*, 4 (1) (2013), pp. 104-110

Dimitrios Fessas, S., 1998. Texture and staling of wheat bread crumb: effects of water extractable proteins and 'pentosans'. *Thermochimica Acta*, pp. 1-10.

DK_Marketing, 2018. *Είναι η πλαστική συσκευασία λύση ή πρόβλημα;*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://dkmarketing.gr/plastic-packaging-solution-problem/>
[Πρόσβαση 2018].

D.M. Georget, P.S. Belton (2006) Effects of temperature and water content on the secondary structure of wheat gluten studied by FTIR spectroscopy, *Biomacromolecules*, pp. 469-475

Daubech, P. Remigi, G. Doin de Moura, M. Marchetti, C. Pouzet, M.-C. Auriac, ..., D. Capela Spatio-temporal control of mutualism in legumes helps spread symbiotic nitrogen fixation, *ELife*, 6 (2017)

FDA (Food and Drug Administration) (2016), FDA Food Safety Modernization Act (FSMA), Center for Food Safety and Applied Nutrition

Facundo Bigne , 2018. Mesquite (*Prosopis alba*) flour as a novel ingredient for obtaining a “panettone-like” bread. Applicability of part-baking technology. *LWT - Food Science and Technology*, pp. 1-8.

Gupta & Gupta , 2013. *Losing It! Making Weight Loss Simple*. ISBN 978-1-4472-4244-4
επιμ. s.l.:Pan Macmillan.

Gómez, S. Jiménez, E. Ruiz, B. Oliete (2011), Effect of extruded wheat bran on dough rheology and bread quality, *LWT-Food Science and Technology*, pp. 2231-2237

Hui Y. and Corke H., a. N. W. a. D. L. I., 2006. *Bakery products: science and technology*. Iowa, USA: Blackwell Publishing.

Hager, L.A. Ryan, C. Schwab, M.G. Gänzle, J.V. O’Doherty, E.K. Arendt, Influence of the soluble fibres inulin and oat β -glucan on quality of dough and bread

Isabel_Clement (2019), Synergistic properties of mustard and cinnamon essential oils for the inactivation of foodborne moulds in vitro and on Spanish bread. *International Journal of Food Microbiology*, pp. 1-7.

J._D._Legan, 1993. Mould Spoilage of Bread: the Problem and Some Solutions. *International Biodeterioration & Biodegradation*, pp. 1-21.

Jacob, H. E., 1994. *Six Thousand Years of Bread. Its Holy and Unholy History*. Lyons & Burford, Publishers (Foreword by Lynn Alley), ISBN 1-55821-575-1 επιμ. Garden City / New York: Doubleday, Doran and Comp..

J. Korus, K. Grzelak, K. Achremowicz, R. Sabat (2006), Influence of prebiotic additions on the quality of gluten free bread and on the content of inulin and fructooligosaccharides, *Food Science and Technology International*, pp. 489-495

Kaplan, S. L., 2006. *Good Bread is Back: A Contemporary History of French Bread, the Way It Is Made, and the People Who Make It..* ISBN 978-0-8223-3833-8 επιμ. Durham/London: Duke University Press.

Kristin_Kirkpatrick Wellness Nutrition Services at the Cleveland Clinic Wellness Institute, 2015. *Wellness & Diet*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://health.usnews.com/health-news/blogs/eat-run/2014/02/20/6-ways-the-food-industry-is-tricking-you>
[Πρόσβαση 2018].

Legan.Mould spoilage of bread: The problem and some solutions.*International Biodeterioration & Biodegradation*, 32 (1993), pp. 33-53

Lopez A,Look at Kill-step Validation (2014),Snack Food & Wholesale Bakery

Li, H. Zhao, W. Huang (2014), Mechanism of proanthocyanidins-induced alcoholic fermentation enhancement in *Saccharomyces cerevisiae*, *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*,pp. 1793-1802

Mercuri, B., 2009. *American Sandwich*. ISBN 978-1-4236-1192-9 επιμ. s.l.:Gibbs Smith Publisher. p. 9..

Pegah Sadeghi Vasafi, 2019. Quality and microbial stability of part-baked ‘Barbari bread’ during freezing storage. *LWT - Food Science and Technology*, pp. 1-7.

Position of the American Dietetic Association, 2005. Fortification and Nutritional Supplements. *Journal of the American Dietetic Association.*, p. 105 (8).

Ronteltap, S.J. Sijtsema, H. Dagevos, M.A. (2012), de Winter Construal levels of healthy eating. Exploring consumers' interpretation of health in the food context, pp. 333-340

Roberfroid, Inulin-type fructans: Functional food ingredients (2007), *The Journal of Nutrition*, pp. 2493S-2502S

R. Cubadda, E. Marconi (1994), Aspetti relativi alla utilizzazione e alla caratterizzazione tecnologica e nutrizionale del faro: un cereale della salute, Potenza, CNR, Bari, pp. 82-88

chlik, P. D. M (2011), *Fortified Foods with Vitamins: Analytical Concepts to Assure Better and Safer Products*. ISBN:9783527330782 επιμ. s.l.:Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.

S.W. Horstmann (2018), Water absorption as a prediction tool for the application of hydrocolloids in potato starch-based bread. *Food Hydrocolloids*, pp. 1-10.

Sandra_Perez-Quirce (2018), Impact of yeast and fungi (1/3)(1/6)-b-glucan concentrates on viscoelastic behavior and bread making performance of gluten-free rice-based doughs. *Food Hydrocolloids*, pp. 1-9.\

Schmid, M. Winzeler, H. Winzeler, Analysis of disease resistance and quality characters of F₁ hybrids of crosses between wheat (*Triticum aestivum*) and spelt (*Triticum spelta*). *Euphytica*, 75 (1994), pp. 105-110

Vincentini O, Maialetti F, Gazza L, Silano M, Dessi M, De Vincenzi M, et al. (2007) Environmental factors of celiac disease: cytotoxicity of hulled wheat species *Triticum monococcum*, *T. turgidum*ssp.*dicoccum* and *T. aestivum*ssp.*spelta*. *JGastroenterol Hepatol*

Wikipedia, 2015. *Wikipedia*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/White_bread
[Πρόσβαση 2018].

Wilkins (2007), *Nutrition Made Incredibly Easy. Incredibly easy..* ISBN 978-1-58255-521-8 επιμ. s.l.:Lippincott Williams & Wilkins. p. 256..

Xiao-Xi Guo .-C.-QH (2015), Rapid analysis and quantification of fluorescent brighteners in wheat flour by Tri-step infrared spectroscopy and computer vision technology. *Journal of Molecular Structure*, pp. 1-6.

Y. Hu, A. Stromeck, J. Laponen, D.Lopes-Lutz, A. Schieber, M.G. GänzleLC–MS/MS (2011),quantification of bioactive angiotensin I-converting enzyme inhibitory peptides in rye malt sourdough, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, pp. 11983-11989

Zohary D, H. M., 2000. *Domestication of plants in the Old World . 3rd edn*. New York: Oxford University Press.

Βικιπαίδεια, 2018. *Βικιπαίδεια*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A8%CF%89%CE%BC%CE%AF>
[Πρόσβαση 2018].

Δημόπουλος, 1987. *Τεχνολογία Σιτηρών I*. Ξυνιάς, I.N. 2004 επιμ. Αθήνα, pp. 1-123: ΥΠΕΠΘ, ΤΕΙ Θεσσαλονίκης, Σχολή Τεχνολογίας Τροφίμων, ΟΕΔΒ.

Κεφαλάς, 2009. *Τρόφιμα απο σιτηρα, Χημεία - Βιοχημεία - Τεχνολογία*. Θεσσαλονίκη: Γαρταγάνης Έγης Σάββας.

Παραμπάτης, 2013. *ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ ΨΩΜΙΟΥ*, ΚΑΛΑΜΑΤΑ: ΤΕΙ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ.

Σφήκας, Α., 1984. *Ειδική Γεωργία. Ι. Σιτηρά, ψυχανθή και χορτοδοτικά φυτά..* Έκδοση Τρίτη. , pp. 1-248 επιμ. Θεσσαλονίκη: s.n.

Φ.Σ._ΚΙΑΚΙΣ, 2015. *Πρόσθετα τροφίμων Ε που επιτρέπεται η χρήση τους στην Ευρωπαϊκή Ένωση.* [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.fskilkis.gr/arthra/55-arthra-ygeias/425-prostheta-trofimon-e-europaiki-enosi>
[Πρόσβαση 2018].

Χρηστίδης Β., 1963. *Χειμωνιάτικα σιτηρά.* Δεύτερη έκδοση, pp. 1-349. επιμ. Θεσσαλονίκη: s.n.